АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ SCR-584-B

ГЛАВНОЕ АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ВООРУЖЕННЫХ СИЛ СОЮЗА ССР

Для служебного пользования

Артиллерийская радиолокационная станция

SCR-584-B

РУКОВОДСТВО СЛУЖБЫ

[redacted]

ГЛАВНОЕ АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ВООРУЖЕННЫХ СИЛ СОЮЗА ССР

621.396.84
[redacted]
Экз. № А-86
5404

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник Главного артиллерийского управления
Маршал артиллерии
ЯКОВЛЕВ

26 февраля 1946 г.

АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ SCR-584-B

РУКОВОДСТВО СЛУЖБЫ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ВООРУЖЕННЫХ СИЛ СОЮЗА ССР
Москва — 1947

Данное руководство службы подлежит строгому учету и хранению. Каждый экземпляр книги выдается только под личную расписку.

ВВЕДЕНИЕ

На вооружении имеются два типа станций SCR-584 — станции типа SCR-584-A, выпускаемые фирмой «Westinghouse Electric and Manufacturing Company», и станции типа SCR-584-B, которые выпускаются фирмой «General Electric Company».

Внешний вид станций обоих типов приведен на рис. 1 и 2 в начале книги. Оба типа станций имеют одинаковые тактико-технические данные, но различаются по устройству отдельных деталей. В конструктивном отношении станция SCR-584-A отличается от станции SCR-584-B тем, что станция первого типа смонтирована на одноосном прицепе, а станция второго типа на двухосном. Кроме того, имеются незначительные различия в деталях электрических схем и органов управления блоков станций, что не изменяет, однако, их назначения и принципов работы. Все соответствующие блоки станций обоих типов являются взаимозаменяемыми. Исключение составляет только блок высоковольтного выпрямителя, при замене которого требуются небольшие изменения в междублочных соединениях.

В настоящем руководстве приводится подробное описание работы всех блоков станции SCR-584-B.

Краткие данные и схемы блоков станции SCR-584-A, отличающихся от соответствующих блоков SCR-584-B, даны в приложениях.

ГЛАВА 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ SCR-584-B

1. НАЗНАЧЕНИЕ СТАНЦИИ SCR-584 И ЕЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Станция SCR-584 является артиллерийским зенитным радиолокатором, предназначенным для обнаружения подвижных целей (самолетов) и определения их текущих координат, т е. для сопровождения этих целей.

Независимо от условий видимости и состояния погоды станция SCR-584 обнаруживает самолеты на дальностях, достаточных для обеспечения своевременного открытия огня зенитной артиллерии (ЗА) на предельной дальности действия орудий. В зоне сопровождения станция определяет текущие координаты цели с точностью, достаточной для ведения эффективного сопроводительного огня.

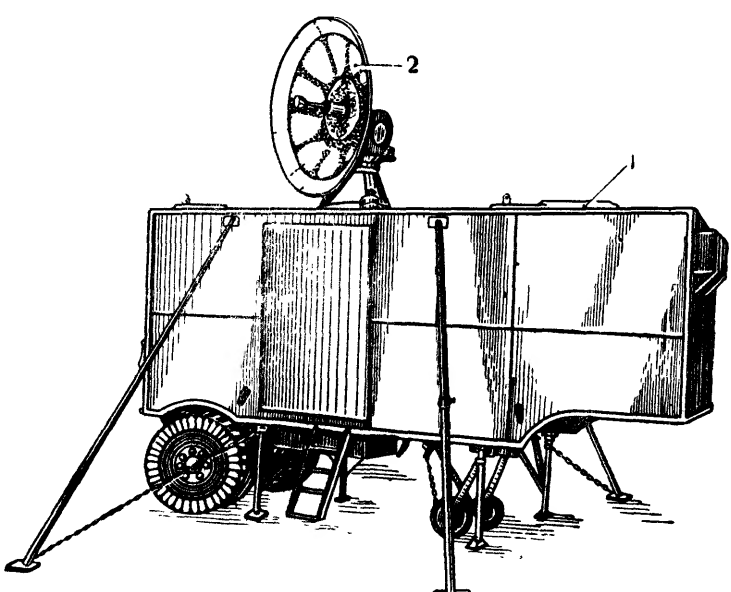


Рис. 1. Станция SCR-584-A на позиции:
1 — кузов; *2* — антенна

Станция SCR-584 предназначена для совместной работы с ПУАЗО типа М4, М7, М9, М10, общий вид ее приведен на рис. 1 и 2.

Опознавание обнаруженных самолетов (свой-чужой) осуществляется при помощи специального прибора IFF (RC-184), придаваемого станции SCR-584.

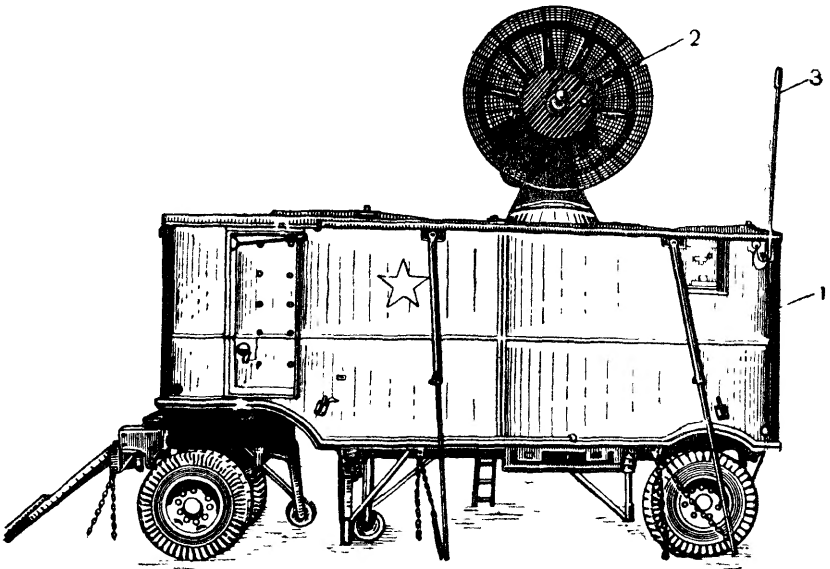


Рис. 2. Станция SCR-584-В на позиции:
1 — кузов; *2* — антенна станции; *3* — антенна контрольного резонатора

Работа станции SCR-584 и ее боевого расчета с начала поиска цели и до определения ее координат подразделяется на три этапа: поиск (Search), слежение (Following) и сопровождение (Tracking).

Поиск цели производится вручную, когда азимут и угол места антенной системы станции изменяются при помощи штурвалов, или автоматически, когда круговой обзор по азимуту в выбранном секторе угла места (в пределах 20°) осуществляется при помощи моторов. Цели наблюдаются на экране трубки отметчика кругового обзора, который позволяет грубо определить азимут цели и ее дальность.

Сопровождение цели по дальности производится вручную или при помощи системы полуавтоматического сопровождения, по отраженному от цели сигналу, наблюдаемому на экранах отметчиков дальности. Сопровождение по угловым координатам, азимуту и углу места производится только автоматически.

Данные на ПУАЗО передаются или при помощи сельсинов (для ПУАЗО М4 и М7), или же при помощи потенциометров (для ПУАЗО М9 и М10).

Основные тактико-технические характеристики станции SCR-584 по данным завода-изготовителя

Рабочая длина волны	Около 10 *см* (частота около 3 000 *мггц*)
Мощность в импульсе	250 *квт*
Продолжительность импульса	0,8 *мксек*
Частота повторений импульсов	1 707 *имп/сек*
Максимальная дальность при поиске	70 000 ярдов (63 *км*[1])
Максимальная дальность при автоматическом сопровождении	32 000 „ (29 *км*)
Максимальная дальность при передаче данных потенциометром	28 000 „ (25 *км*)
Минимальная дальность	300—1 000 ярдов (250—900 *м*)
Нижний предел угла места	— 175 милс (— 10°)[2]
Верхний предел угла места	+ 1580 „ (+ 89°)
Обзор по азимуту	360°
Точность определения дальности	± 25 ярдов (22,5 *м*)
Точность определения азимута	± 1 милс (3,375′)
Точность определения угла места	± 1 „
Напряжение питания станции	115 *в* ± 2% (3-фазный переменный ток)
Частота тока питания	50—60 *гц*
Потребляемая мощность (без прибора опознавания)	10 *ква*
Время развертывания	30 мин.

Выходные данные станции SCR-584, получаемые при сопровождении (пеленге) цели

A_0 — текущий азимут цели;
E_0 — текущий угол места цели;
D_0 — текущая наклонная дальность;
H_0 — текущая высота;
R_0 — текущая горизонтальная дальность;
X_0 — составляющая горизонтальной дальности по направлению восток — запад;
Y_0 — составляющая горизонтальной дальности по направлению север — юг.

2. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СТАНЦИИ SCR-584

Станция SCR-584 (без силового агрегата) смонтирована на прицепе К-78. Длина кузова прицепа 5,85 *м*, ширина 2,4 *м* и высота 3,1 *м*. Вес прицепа с полным оборудованием равен приблизительно 10 *т*.

Прицеп снабжен четырьмя установочными домкратами, расположенными по углам прицепа, и четырьмя боковыми распорками, прочно закрепляющими кабину прицепа во время работы установки.

---

[1] Один ярд равен 0,9144 *м*.

[2] Милс — американская единица измерения угла в артиллерии, равная 1/6400 части окружности и соответствующая дуге 3,375 минуты.

Кузов прицепа — вагонного типа с двухстворчатыми дверями на правой стороне, с горизонтально подвешенными задними дверями и малой дверью, находящейся на левой стороне передней части прицепа.

На крыше прицепа находится люк, который закрывается в походном положении и открывается для подъема антенной системы при развертывании станции.

Прицеп снабжен обогревательным, вентиляционным и осветительным оборудованием, управляемым изнутри кузова. Осветительная система питается напряжением в 6—8 *в* от аккумуляторной батареи или напряжением в 115 *в* от силового агрегата.

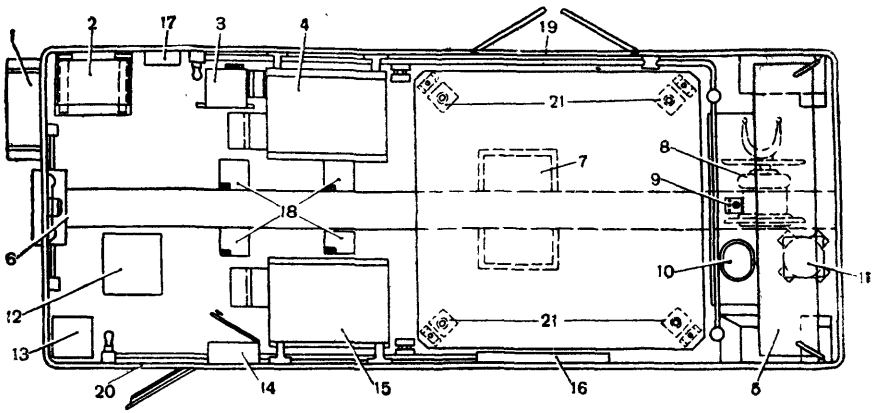


Рис. 3. Расположение аппаратуры станции SCR-584 в кузове (план):

1 — бензобак обогревателя; *2* — дегидратор и амплидины; *3* — регулятор напряжения; *4* — шкаф модулятора; *5* — шкаф отметчиков; *6* — вентилятор; *7* — распределительная коробка; *8* — стулья операторов (в походном положении); *9* — панель переключателя управления антенной; *10* — блок трубки кругового обзора; *11* — датчик высоты; *12* — прибор опознавания самолетов; *13* — обогреватель; *14* — коробка выключателей; *15* — шкаф высоковольтного выпрямителя; *16* — переходная коробка; *17* — главный рубильник; *18* — вентиляционные отверстия; *19* — двухстворчатая дверь; *20* — одностворчатая дверь; *21* — винты подъемника

Расположение основной аппаратуры в кузове прицепа показано на рис. 3. В шкафу отметчиков (рис. 4), находящемся у задней стенки прицепа, размещены блоки радиолокатора и основные органы управления. В середине кузова у левой его стенки находится шкаф высоковольтного выпрямителя. Справа от шкафа высоковольтного выпрямителя находится шкаф модулятора. На верху этого шкафа помещены блок гетеродина приемника и магнетронный генератор.

Основание антенны в опущенном (походном) положении занимает пространство между шкафами отметчиков, модулятора и высоковольтного выпрямителя. Если основание антенны поднято в рабочее положение, то это пространство освобождается для работы операторов станции.

Между шкафом модулятора и передней стенкой прицепа (с правой стороны) находится регулятор напряжения питания. У передней стенки кузова прицепа (с той же стороны) находятся дегидратор и амплидины азимута и угла места. Слева расположен

обогреватель кузова. На полу, под шкафом отметчиков, помещен датчик высоты. На левой стенке кузова, между шкафом высоковольтного выпрямителя и одностворчатой дверью, помещается коробка выключателей. В этой коробке находятся выключатели, которые включают амплидины, мотор, поднимающий антенную систему, и мотор, вращающий головку антенны.

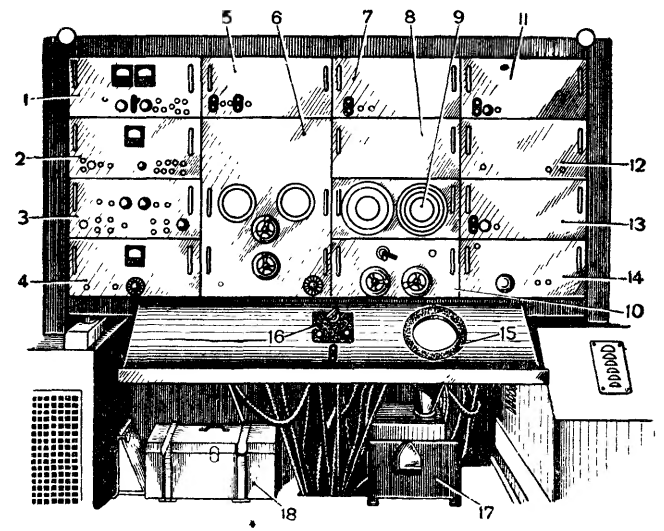


Рис. 4. Шкаф отметчиков:

1 — блок сопровождения по азимуту и углу места; *2* — блок автоматического сопровождения; *3* — блок дальности; *4* — главный усилитель; *5* — блок питания системы дальности; *6* — блок отметчиков дальности; *7* — блок питания приемника; *8* — блок питания моторов вращения антенны; *9* — блок указателей положения антенны; *10* — блок управления антенной; *11* — блок питания преобразователя высоты; *12* — блок преобразователя высоты; *13* — блок питания отметчика кругового обзора; *14* — блок отметчика кругового обзора; *15* — блок трубки кругового обзора; *16* — панель переключателя управления антенной; *17* — датчик высоты; *18* — ящик с инструментом

В верхней части шкафа высоковольтного выпрямителя имеется отсек, где хранятся измерительные приборы и мелкий инструмент. Прибор для опознавания самолетов (RC-184) находится в передней части кузова.

Внутри кузова на его стенках укреплены скобы и зажимы для укладки съемных участков высокочастотных фидеров антенной системы, когда станция находится в походном положении. Снаружи под серединой пола кузова находится распределительная коробка, к которой подключаются кабели от ПУАЗО, силовой кабель и телефонные линии.

Радиолокатор SCR-584, ПУАЗО и система дистанционного управления орудиями питаются от общего батарейного силового агрегата М7 (М12 или ЕС-30-3СI).

3. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ РАБОТЫ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ

Принцип обнаружения целей

В радиолокационных станциях, работающих по принципу «радио эхо», применяется импульсное излучение электромагнитной энергии в пространство, т. е. передатчик излучает энергию не непрерывно, а кратковременными импульсами, как это показано на рис. 5. Эта энергия, достигнув самолета, частично поглощается им; часть энергии импульсов рассеивается в окружающем пространстве, и только небольшая часть энергии отражается обратно. Отраженные сигналы воспринимаются приемником и появляются на регистрирующем приборе, называемом отметчиком.

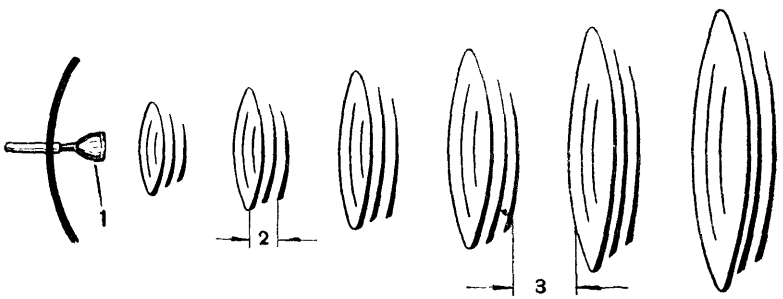


Рис. 5. Импульсное излучение радиоволн:
1 — антенна; *2* — импульсы радиоволн; *3* — промежуток между импульсами

Применение импульсного метода позволяет измерить дальность до цели и при сравнительно небольшой средней мощности излучаемой энергии (порядка сотен ватт) получить мощности в импульсе порядка сотен киловатт. Такие мощности обеспечивают достаточную интенсивность отраженных сигналов для надежного обнаружения самолетов.

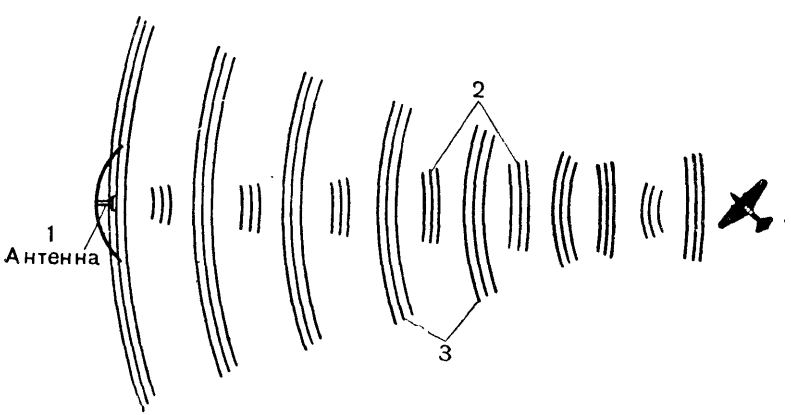


Рис. 6. Излучение и отражение импульсов радиоволн:
1 — антенна; *2* — излученные импульсы; *3* — отраженные импульсы

На рис. 6. показаны излученные импульсы энергии и импульсы, возвращающиеся обратно после отражения от самолета. Обычно применяются импульсы продолжительностью в несколько микросекунд, разделенные промежутками времени, равными сотням микросекунд.

Количество импульсов, излучаемых в секунду, называется частотой повторения импульсов. В различных радиолокационных станциях эта частота колеблется в пределах от десятков до нескольких тысяч импульсов в секунду.

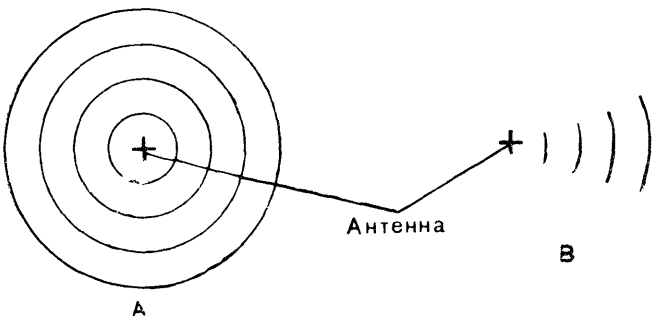


Рис. 7. Излучение радиоволн антенной ненаправленного действия (*А*) и направленного действия (*В*)

В радиолокационных станциях применяются только антенны направленного действия. Ненаправленная антенна излучает энергию одинаково во все стороны, как это показано на рис. 7, *А* и при использовании ее для приема не дает возможности определить направление на цель по отраженному от нее сигналу. Если же антенна обладает направленностью, т. е. излучает основную часть энергии в каком-то одном направлении (рис. 7, *В*), то это дает возможность определить направление на цель по отраженному сигналу. Чем меньше ширина диаграммы направленности антенны, тем с большей точностью можно определять угловые координаты цели. Направленность излучения (и приема) создается путем специального расположения вибраторов в антенне и применения рефлекторов. В частности, антенна станции SCR-584 состоит из вибратора, помещенного в фокусе параболического рефлектора.

На рис. 8 показана упрощенная скелетная схема радиолокационной станции. Генерируемые передатчиком импульсы излучаются в пространство антенной. Отраженные от цели импульсы принимаются этой же антенной в промежутки времени между излучением импульсов и поступают в приемник. Специальные приводные устройства служат для поворачивания антенны по азимуту и углу места, что позволяет производить поиск цели во всем пространстве вокруг станции в радиусе ее действия.

Коммутирующее устройство (рис. 9), основным элементом которого является разрядная камера, позволяет использовать одну и ту

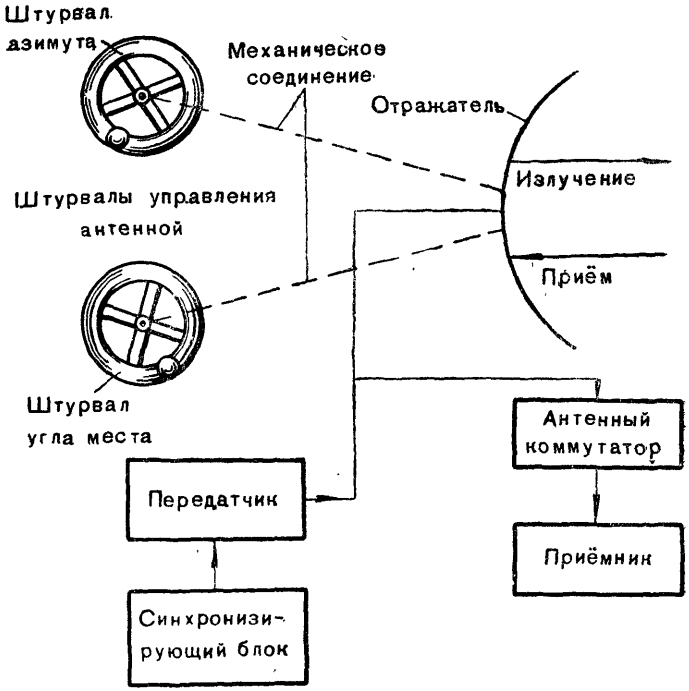


Рис. 8. Упрощенная скелетная схема радиолокационной станции

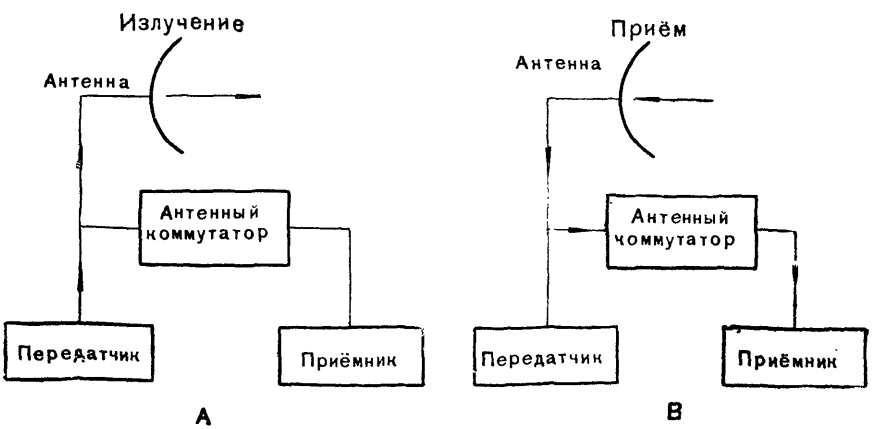


Рис. 9. Работа антенного коммутатора

же антенну для излучения импульсов передатчика и приема отраженных сигналов. Во время излучения импульсов (рис. 9, *А*) коммутирующее устройство отключает приемник и импульсы поступают от передатчика в антенну, минуя приемник. Во время приема отраженных импульсов (рис. 9, *В*) коммутирующее устройство присоединяет приемник к антенне, а передатчик на это время автоматически отключается.

Принцип измерения расстояний

Принцип измерения расстояний до цели основан на том, что применяемые в радиолокации ультракороткие волны распространяются в пространстве прямолинейно и с постоянной скоростью. Поскольку скорость распространения радиоволн известна (300 000 *км* в секунду), то определение расстояния до цели сводится к измерению времени между излучением импульса передатчика и приемом отраженного от цели сигнала.

Для пояснения принципа измерения расстояния рассмотрим на примере распространение звуковых волн. Предположим, что требуется определить расстояние до холма (рис. 10) при помощи звуковых волн. Генератор излучает звуковой импульс в направлении на холм. Излученный звуковой импульс отражается от холма и в виде эхо возвращается в приемник. Пусть эхо достигло приемника через 14 секунд с момента излучения импульса. Так как скорость звука составляет примерно 330 *м/сек*, то общее расстояние, пройденное прямым и отраженным звуковым импульсом, будет равно $14 \times 330 = 4620$ *м*. Расстояние до холма составляет половину этой величины, т. е. 2310 *м*.

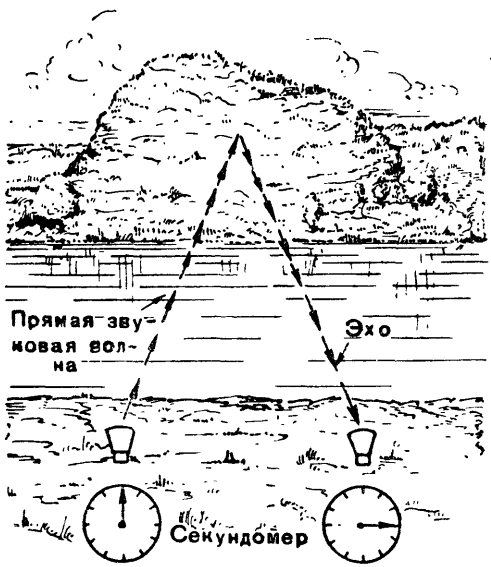


Рис. 10. Измерение дальности при помощи звуковых волн

Таким образом определение расстояния до какого-либо отражающего предмета сводится к измерению времени между моментом излучения импульса и моментом приема отраженного сигнала.

Этот же принцип измерения расстояний используется и в радиолокации. Отличие заключается в том, что благодаря большой скорости распространения радиоволн измеряемые промежутки времени

очень малы (порядка долей миллисекунды). Такие малые промежутки времени, которые должны быть измерены с точностью до долей микросекунды, не могут быть зарегистрированы никакими механическими приборами, подобными секундомеру. В радиолокационных станциях для измерения времени применяются специальные устройства — отметчики, основной деталью которых являются электронно-лучевые трубки.

В новейших образцах артиллерийских радиолокационных станций обычно применяются два типа отметчиков: отметчик дальности — для точного определения расстояния при сопровождении (пеленге) цели и отметчик кругового обзора — для одновременного наблюдения всех целей вокруг станции, находящихся в радиусе ее действия.

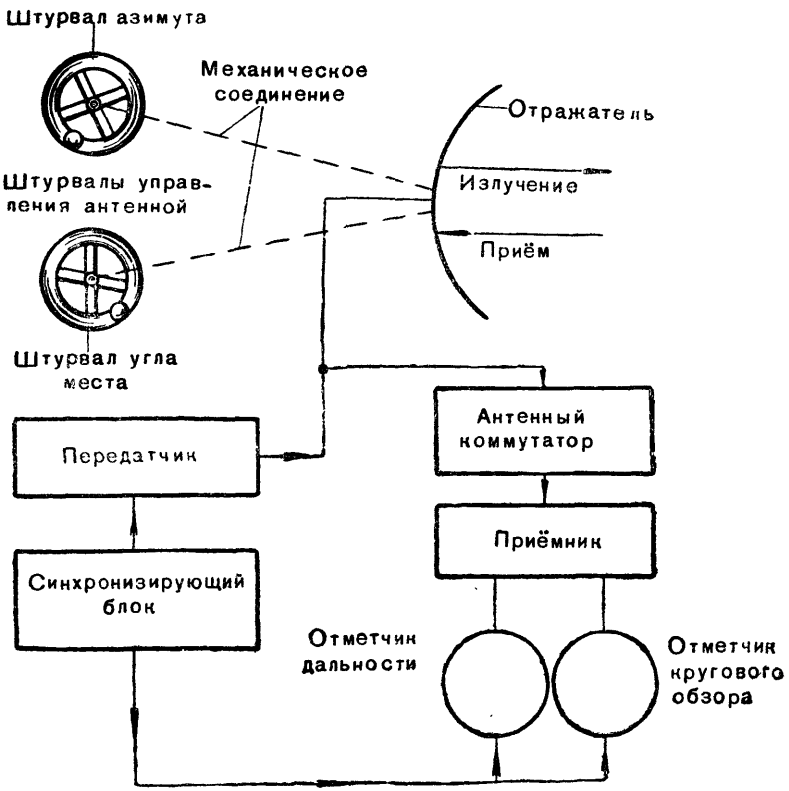


Рис. 11. Упрощенная скелетная схема станции с двумя отметчиками

Упрощенная скелетная схема такой станции представлена на рис. 11. На этой схеме видно, что принятые и усиленные приемником отраженные сигналы поступают не только на отметчик дальности, но и на отметчик кругового обзора. Специальный блок синхронизирует работу отметчиков и передатчика.

Основным элементом каждого отметчика является электронно-лучевая трубка. Принцип действия трубки следующий. Сфокусированный электронный пучок создает яркое световое пятно на флюоресцирующем экране трубки. Под воздействием переменного напряжения определенной формы светящееся пятно перемещается по экрану прямолинейно или по окружности в зависимости от схемы отметчика.

На рис. 12 схематически показан экран трубки с круговой разверткой. В момент излучения импульса световое пятно, находящееся в точке *A*, начинает свое равномерное движение по окружности. За время между первым и вторым импульсами пятно описывает окружность и в момент излучения второго импульса проходит точку *A* и продолжает свое движение. Вследствие достаточно большой частоты повторения процесса (прохождения пятна через точку *A*), инерционности зрительного восприятия и эффекта послесвечения след пятна на экране трубки наблюдается в виде сплошной линии, называемой линией развертки. Напряжения, поступающие на трубку с приемника, отклоняют световое пятно в радиальном направлении. Так как коммутирующее устройство не является идеальным, то часть энергии излучаемого импульса попадает через приемник на отметчик и в самом начале развертки светящаяся точка отклоняется от окружности, создавая пик прямого импульса передатчика (точка *A* на рис. 12). Отраженный сигнал проходит позднее, отклонение светящегося пятна этим сигналом показано на рис. 12 (точка *B*).

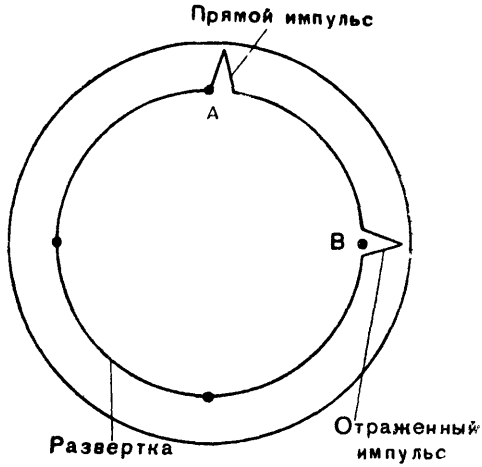


Рис. 12. Схематическое изображение экрана отметчика с круговой разверткой

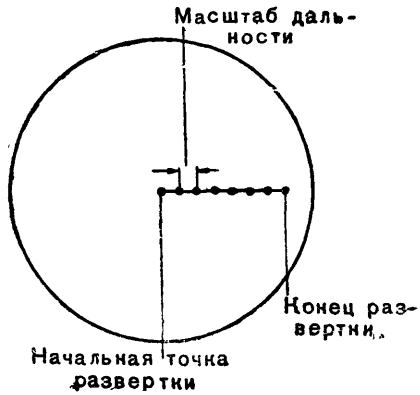


Рис. 13. Схематическое изображение экрана отметчика кругового обзора

Если круговая развертка на экране создается напряжением с частотой 5,12 *кгц*, то светящееся пятно описывает полную окружность в 195 *мксек*, что соответствует одному периоду развертки. Из точки

A в точку *B* светящееся пятно перемещается в течение 48,75 *мксек*; следовательно, цель находится на расстоянии $1/2 \cdot 300000 \cdot 48{,}75 \times \times 10^{-6} = 7{,}3$ *км*.

Линия развертки на экране трубки дальности является «линией времени»; разделив ее на ряд равных отрезков, можно получить шкалу измерения интервалов времени. Но так как равные промежутки времени соответствуют равным отрезкам расстояний, то градуировка шкалы производится непосредственно в километрах или других единицах длины.

Развертка на трубке отметчика кругового обзора прямолинейна, и световое пятно, образующее ее, движется от центра к краю экрана (рис. 13). Движение светового пятна от центра к краю экрана начинается в момент излучения импульса и происходит с постоянной скоростью. Достигнув конечной точки своего движения, пятно быстро возвращается в центр экрана, где остается до момента излучения следующего импульса, после чего вновь движется к краю экрана. Линия развертки отградуирована в километрах или других единицах длины. Импульс передатчика и отраженные импульсы видны на линии развертки в виде ярких пятен.

Трубка кругового обзора используется для определения не только дальности цели, но и ее азимута. Для этого при помощи специального устройства линия развертки на экране трубки вращается синхронно с вращением антенны по азимуту. Полный оборот линии развертки соответствует повороту антенны по азимуту на 360°.

Экран трубки отметчика кругового обзора обладает свойством послесвечения, благодаря чему при непрерывном вращении антенны на экране отметчика видны все цели, облучаемые антенной в течение каждого ее оборота.

4. ОСОБЕННОСТИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ SCR-584

Станция SCR-584 обеспечивает своими данными ведение сопроводительного (прицельного) огня зенитной артиллерией. Для выполнения этой задачи требуется непрерывное и достаточно точное определение координат цели, что заставило ввести дополнительные блоки в принципиальную схему радиолокатора, приведенную на рис. 11.

Передатчик станции SCR-584 генерирует импульсы электромагнитной энергии ультравысокой частоты мощностью до 250 *квт* и длительностью 0,8 *мксек*. Импульсы такой мощности, излучаемые в пространство в виде радиоволн длиной около 10 *см*, обеспечивают достаточную для приема интенсивность сигналов, отраженных от целей на дальностях до 70 *км*. Малая длительность импульса сокращает минимальную, определяемую станцией дальность и улучшает разрешающую способность по дальности. Под «разрешающей способностью» радиолокационной станции понимается наименьшее расстояние между двумя целями, находящимися на одном азимуте, при котором цели наблюдаются раздельно. Частота повторений импульсов (1707 *гц*) выбрана так, чтобы время между посылками (586 *мксек*) было несколько больше времени прохождения радиоволн до цели и обратно на максимальной дальности.

Зак. 500/1902

Антенна станции SCR-584 обладает высокой направленностью излучения и приема, что обеспечивается наличием параболического отражателя, действующего аналогично отражателю прожектора (рис. 14) и концентрирующего излученную вибратором электромагнитную энергию в узкий пучок с углом раствора около 4° (телесный угол). Такая высокая направленность антенны обеспечивает большую точность определения угловых координат цели.

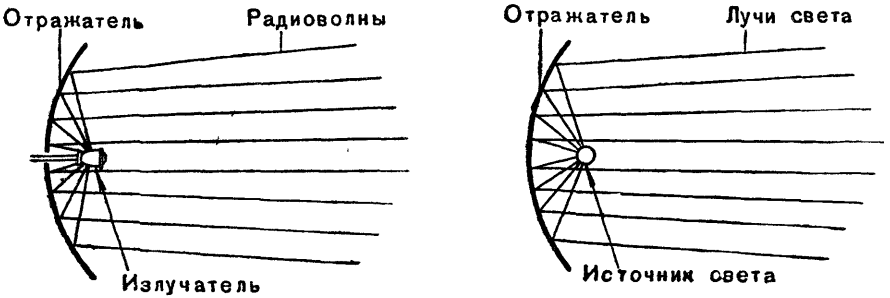


Рис. 14. Аналогия работы антенны радиолокационной станции и прожектора

Основным прибором для наблюдения обнаруживаемых целей в станции SCR-584 является отметчик кругового обзора. Шкала, окружающая экран трубки отметчика кругового обзора, показана выноской *6* на рис. 15, отградуирована она в милсах. По этой шкале производится грубое определение азимута цели. Для приближенного определения расстояния до цели на экране трубки имеются масштабные концентрические окружности, создаваемые электрическим путем.

Точное определение дальности цели производится при помощи двух отметчиков: грубого отметчика дальности, имеющего трубку со шкалой на 32 000 ярдов, и точного отметчика с трубкой на 2000 ярдов. Экран трубки грубого отметчика дальности показан на рис. 16. По окружности трубки нанесены деления через 2000 ярдов в пределах от 0 до 32 000. На расстоянии 11 000 ярдов показан отраженный от цели сигнал.

Для точного определения дальности эта трубка применяется вместе с трубкой, на которой имеется шкала на

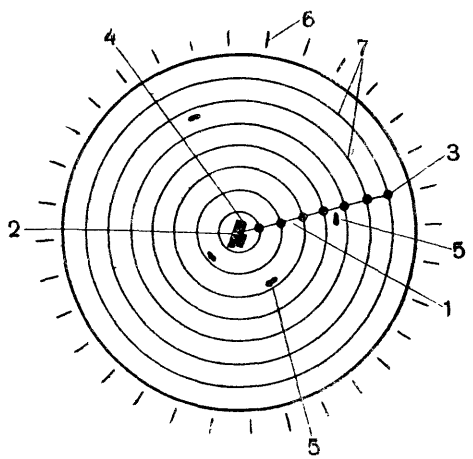


Рис. 15. Экран отметчика кругового обзора с отметками целей:

1 — линия развертки; *2* — начало развертки; *3* — конец развертки; *4* — отметки прямого импульса и импульсов, отраженных от местных предметов; *5* — отметка цели; *6* — шкала азимута; *7* — масштабные окружности через 10 000 ярдов

2000 ярдов, причем эта шкала действует аналогично нониусу. Начало развертки для обеих трубок синхронизировано, а частота разверток находится в отношении 1 : 16, т. е. начало периода развертки трубки на 32 000 ярдов совпадает с началом каждого 16-го периода развертки трубки на 2000 ярдов. Трубка точного отметчика дальности воспроизводит и расширяет любой выбранный на трубке грубого отметчика дальности участок в 2000 ярдов. При установке визира трубки грубого отметчика на наблюдаемый отраженный сигнал на экране трубки точного отметчика автоматически подсвечивается соответствующий участок с выбранным сигналом.

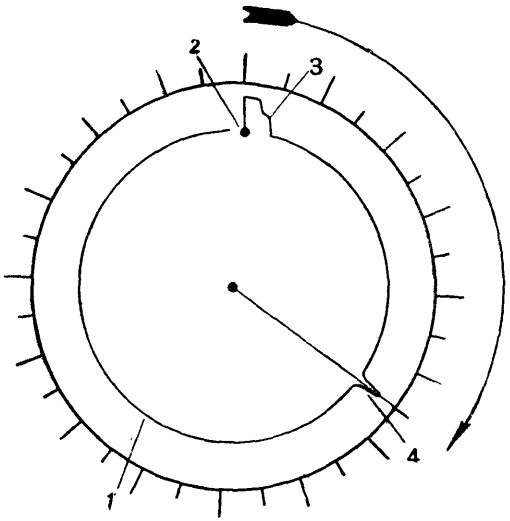


Рис. 16. Экран грубого отметчика дальности:
1 — линия развертки; *2* — положение светового пятна в момент начала излучения; *3* — отметка прямого импульса и импульсов, отраженных от местных предметов; *4* — визир дальности, совмещенный с отметкой цели

Отсчет дальности по шкалам обеих трубок производится так же, как по любым шкалам, имеющим нониус. Например, если цель находится на удалении 17 240 ярдов, то на трубке грубого отметчика получается величина, сколько большая 16 000 ярдов. На трубке точного отметчика получается отсчет 1240 ярдов, который нужно прибавить к 16 000, чтобы получить искомую дальность. При сопровождении цели точные текущие координаты ее автоматически передаются на ПУАЗО. Для грубого отсчета угловых координат служит блок указателей положения антенны.

При поиске и сопровождении цели применяются следующие четыре способа управления антенной системой.

а) Автоматический поиск цели (автопоиск). В этом случае антенный параболоид вращается по азимуту со скоростью 6 *об/мин*. Одновременно он совершает периодическое движение по углу места, медленно поднимаясь на 20° и быстро опускаясь в исходное положение. Один период такого движения по углу места соответствует 6 оборотам антенны по азимуту.

б) Ручное управление. При этом способе перемещение антенного параболоида по азимуту и углу места производится оператором с помощью соответствующих штурвалов управления.

в) Автоматическое управление. В этом случае антенный параболоид автоматически устанавливается в направлении на выбранную цель, а оператор производит сопровождение цели по дальности вручную или с помощью механизма полуавтоматического сопровождения.

г) Управление от ПУАЗО. В этом случае управление вращением антенного параболоида по азимуту и углу места производится с ПУАЗО при помощи сельсинов. Станция SCR-584 работает как дальномер по видимой цели, которую ведет ПУАЗО.

При автоматическом сопровождении цели величины напряжений, приводящих в движение моторы вращения антенны по азимуту и углу места, находятся в непрерывном соответствии с расположением цели относительно оси параболоида.

Ось электромагнитного излучения антенны отклонена от оси параболического отражателя вследствие некоторой асимметрии вибратора относительно оси параболоида. При вращении вибратора, которое осуществляется при помощи специального мотора, электромагнитный луч также вращается вокруг оси параболического отражателя.

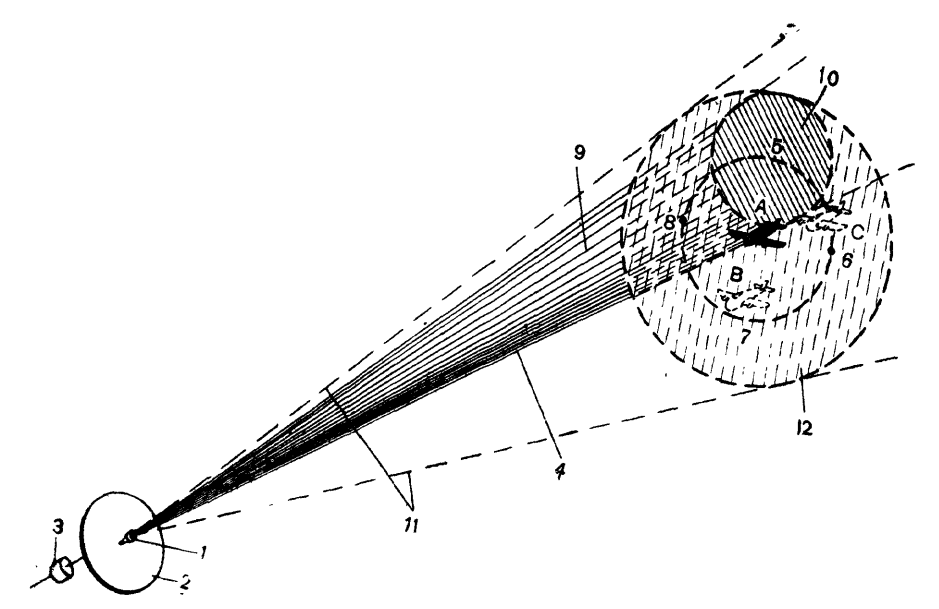


Рис. 17. Образование сигнала ошибки:

1 — вибратор; *2* — параболический отражатель; *3* — мотор вращения вибратора; *4* — ось параболического отражателя; *5, 6, 7* и *8* — положения оси диаграммы направленности в различные моменты времени; *9* — пучок излучаемых радиоволн; *10* — сечение пучка; *11* — конус, образованный вращением пучка; *12* — сечение конуса, образованного вращением пучка (*A* — положение цели при отсутствии сигнала ошибки, *B* и *C* — положения цели при наличии сигнала ошибки)

Периодические смещения оси электромагнитного луча относительно цели в процессе вращения вибратора антенны дают изменяющуюся величину отраженного сигнала. Периодические изменения величины напряжения отраженного сигнала, выделяемые в одном из элементов системы управления антенной и называемые «сигналами ошибки», используются для управления моторами вращения антенны. Для пояснения принципа образования сигнала ошибки обратимся к рис. 17.

Импульсы, достигшие самолета, находящегося в точке *А*, имеют одну и ту же интенсивность независимо от мгновенного положения оси электромагнитного луча антенны. Отраженные сигналы тоже имеют одинаковую интенсивность, и сигнал ошибки равен нулю. В этом случае антенна установлена точно на цель.

Если самолет находится в точке *В*, то все отраженные сигналы при прохождении оси электромагнитного луча над точками *6* и *8* будут меньше сигналов, отражаемых при прохождении осью луча нижней части окружности. Сигнал ошибки в этом случае не равен нулю. Для правильной установки на цель антенна должна быть наклонена вниз. Аналогично для самолета, находящегося в точке *С*, сигнал ошибки будет указывать, что для правильной установки на цель антенну нужно повернуть вверх и влево (на рис. 17 излучение антенны направлено на зрителя). Напряжение сигнала ошибки комбинируется с двумя так называемыми «опорными» напряжениями, создаваемыми специальным генератором, вращающимся синхронно с вращением вибратора.

Два напряжения, полученные в результате комбинирования, преобразуются в напряжения определенной полярности и величины; эти напряжения управляют моторами, вращающими антенну по азимуту и углу места, причем антенна автоматически устанавливается на цель и автоматически изменяет свое положение при изменении местоположения цели.

Скелетная схема станции SCR-584

Упрощенная скелетная схема станции SCR-584 приведена на рис. 18. Она удобна для первоначального ознакомления с работой станции. Более подробная скелетная схема приведена в конце книги (приложение 1). Эта схема помогает уяснить взаимодействие блоков и их основных элементов; при пользовании ею требуется предварительное ознакомление с работой каждого блока в отдельности. По скелетной схеме, приведенной на рис. 18, можно проследить работу станции.

Синхронизирующий блок, называемый блоком дальности, согласует во времени работу отдельных частей станции при помощи пусковых и селекторных импульсов. Он периодически запускает, в числе других блоков, и передатчик станции, основной частью которого является магнетронный генератор ультравысокой частоты. Кроме того, в передатчик входят драйвер, который придает пусковому импульсу от блока дальности нужную форму и продолжительность, а также модулятор, обеспечивающий подачу импульсов высокого напряжения на магнетронный генератор. Выработанный генератором ток ультравысокой частоты по фидеру подводится к вибратору антенны, который излучает подводимую энергию в пространство. Вибратор укреплен в фокусе металлического параболоида и вращается вокруг оси параболоида при помощи мотора. Параболоид укреплен на основании и может вращаться по азимуту и углу места. Для подведения токов ультравысокой частоты к вращающимся частям антен-

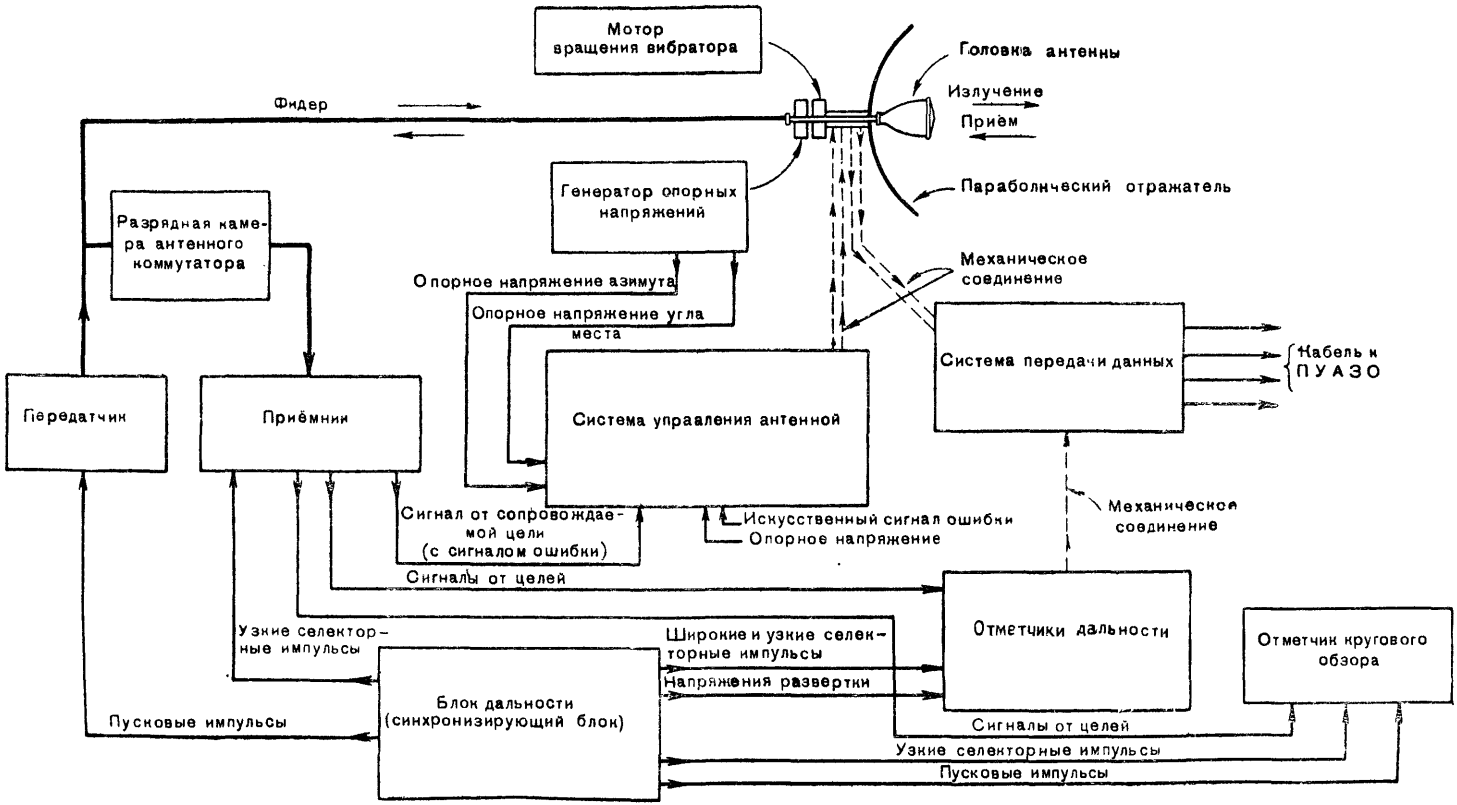


Рис. 18. Упрощенная скелетная схема станции SCR-584

ного устройства фидер имеет три вращающихся сочленения. В ответвлении фидера к приемнику включена разрядная камера. Во время генерации передатчиком мощного импульса высокой частоты разрядная камера блокирует вход приемника от попадания на него энергии, вырабатываемой передатчиком. При этом вся энергия передатчика направляется к вибратору антенны и излучается в пространство. По окончании излучения та же антенна принимает отраженную от цели энергию. Принятый отраженный сигнал по фидеру через разрядную камеру поступает на вход приемника. Выход приемника имеет два канала: канал управления антенной и канал дальности. С выхода первого канала сигналы поступают на систему управления антенной, с выхода второго — на отметчики дальности и кругового обзора. Работа отметчиков синхронизируется блоком дальности. Блок дальности подает напряжения развертки на отметчики дальности и пусковые импульсы на передатчик и отметчик кругового обзора. Блок дальности вырабатывает также широкий импульс для подсветки развертки грубого отметчика дальности и подает узкие селекторные импульсы на точный отметчик дальности и отметчик кругового обзора для подсветки участка развертки с сигналом сопровождаемой цели. Совмещение узкого селекторного импульса с сигналом от выбранной цели производится штурвалом дальности. Тот же селекторный импульс подается с блока дальности на канал приемника, служащий для управления положением антенной системы. Этот импульс отпирает канал управления антенной на короткое время, и таким образом на систему сопровождения по угловым координатам действует только сигнал от выбранной цели. Другой канал приемника — канал дальности — не управляется селекторными импульсами, и поэтому на отметчики поступают все принимаемые сигналы. При автоматическом сопровождении цели напряжение «сигнала ошибки» в системе управления антенной комбинируется с двумя опорными напряжениями, подаваемыми от генератора опорных напряжений. Комбинация сигнала ошибки с опорными напряжениями для угла места и азимута позволяет получить напряжения постоянного тока, пропорциональные угловым отклонениям цели от оси параболоида по азимуту и углу места в отдельности. Эти напряжения управляют вращением моторов, поворачивающих антенную систему вслед за перемещением цели в нужном направлении и с соответствующей скоростью При ручном управлении движение антенны осуществляется при помощи той же системы управления, на которую в этом случае воздействуют искусственные сигналы ошибки, вырабатываемые при вращ нии штурвалов управления. Опорное напряжение получается в этом случае от сети питания.

Текущие координаты сопровождаемой цели передаются на ПУАЗО системой передачи данных. Координаты передаются или при помощи грубых и точных сельсинов (для ПУАЗО М4, М7), или же в виде пропорциональных напряжений постоянного тока с точных потенциометров (для ПУАЗО М9, М10). В системе передачи данных имеется преобразователь, автоматически определяющий высоту цели по наклонной дальности и углу места.

Главные блоки станции SCR-584-B и имеющиеся на них обозначения

№ по пор.	Наименование блоков	Обозначения на блоках	Номера деталей в блоках
1	Основание антенны	PEDESTAL MP-61	2000—2099
2	Головка антенны	ANTENNA AN-101-B	—
3	Блок управления антенной	CONTROL UNIT BC-1085-B	1300—1399
4	Панель переключателя управления антенной	CONTROL PANEL PN-24-B	1750—1794
5	Блок указателей положения антенны	INDICATOR BC-1076-B	1200—1299
6	Блок автоматического сопровождения	TRACKING UNIT BC-1086-B	500—599
7	Блок сопровождения по азимуту и углу места	TRACKING UNIT BC-1090-B	400—499
8	Амплидин азимута	—	—
9	Амплидин угла места	—	—
10	Блок питания моторов вращения антенны	RECTIFIER RA-71-B	1150—1199
11	Разрядная камера антенного коммутатора	BC-1132-B	—
12	Магнетронный генератор	—	1950—1959
13	Модулятор	MODULATOR BC-984-B	200—299
14	Блок драйвера	DRIVER UNIT BC-1080-B	100—199
15	Высоковольтный выпрямитель	RECTIFIER RA-68-B	300—399
16	Первый детектор	CRYSTAL MIXER BC-1130-B	1950—1959
17	Блок гетеродина приемника	OSCILLATOR BC-1096-B	1800—1849
18	Предварительный усилитель промежуточной частоты	AMPLIFIER BC-1078-B	1850—1899
19	Главный усилитель	RADIO RECEIVER BC-1056-B	700—799
20	Вынесенный видео-усилитель	AMPLIFIER BC-1074-B	1100—1149
21	Блок питания приемника	RECTIFIER RA-66-B	1000—1099
22	Блок дальности	RANGE UNIT BC-1062-B	600—699
23	Блок питания системы дальности	RECTIFIER RA-72-B	800—899
24	Блок отметчиков дальности	INDICATOR BC-1088-B	900—999
25	Блок отметчика кругового обзора	PLAN POSITION UNIT BC-1058-B	1600—1699
26	Блок трубки кругового обзора	INDICATOR BC-1092-B	1700—1749
27	Блок питания отметчика кругового обзора	RECTIFIER RA-69-B	1500—1599
28	Блок преобразователя высоты	CONTROL UNIT BC-1094-B	1400—1449
29	Датчик высоты	DATA UNIT BC-1075-B	1490—1499
30	Блок питания преобразователя высоты	RECTIFIER RA-70-B	1450—1489
31	Распределительная коробка	DATA PANEL PN-22-B	1900—1950
32	Переходная коробка	JUNCTION BOX JB-71-B	1950—1999
33	Коробка выключателей	SWITCH BOX SW-214	1900—1950
34	Главный рубильник	MAIN LINE SWITCH	1950—1999
35	Регулятор линейного напряжения	INDUCTION VOLTAGE REGULATOR	1950—1999
36	Дегидратор	DEHYDRATOR	—

Условные обозначения деталей на схемах блоков станции SCR-584-B

№ по пор.	Условное обозначение детали на схеме	Наименование детали
1	*R*	Постоянное сопротивление, реостат, потенциометр
2	*C*	Конденсатор постоянной или переменной емкости
3	*L*	Катушка индуктивности, дроссель
4	*V*	Электронная или газоразрядная лампа
5	*S*	Рубильник, переключатель, тумблер, блокировочный контакт
6	*F*	Предохранитель
7	*T*	Трансформатор
8	*M*	Электроизмерительный прибор (вольтметр, амперметр или др.)
9	*SG*	Искровой промежуток
10	*TB*	Колодка с зажимами
11	*J*	Контактная колодка на панели с гнездами или штырьками
12	*P*	Контактная колодка на кабеле с гнездами или штырьками
13	*K*	Реле (контакты или катушка реле)
14	*BL*	Вентилятор
15	*B*	Мотор, сельсин
16	*VR*	Регулятор напряжения (вариак)
17	*CR*	Купроксный выпрямитель
18	*I*	Сигнальная или осветительная лампа
19	*TY*	Тиритовый ограничитель
20	*Y*	Кристаллистический детектор, кварцевая пластинка

Примечания. 1. Цифровые обозначения электродов ламп на схемах соответствуют порядковым номерам ламповых штырьков. При этом следует смотреть на ламповую панель снизу и отсчет вести от ключа в направлении по часовой стрелке.

2. Междублочные кабельные соединения на полных схемах обозначены номерами на переходных колодках, соединяемых кабелем. При этом одинаково обозначенные контакты обеих колодок соединены между собой.

ГЛАВА 2

ПЕРЕДАТЧИК

5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Передатчик радиолокатора SCR-584 состоит из следующих основных узлов:

магнетронного генератора;

модулятора (MODULATOR BC-984-B);

блока драйвера (DRIVER UNIT BC-1080-B);

высоковольтного выпрямителя (RA-68-B).

Упрощенная скелетная схема передатчика показана на рис. 19.

Высоковольтный выпрямитель, модулятор и драйвер находятся в двух шкафах, установленных в середине кузова. Для обеспечения

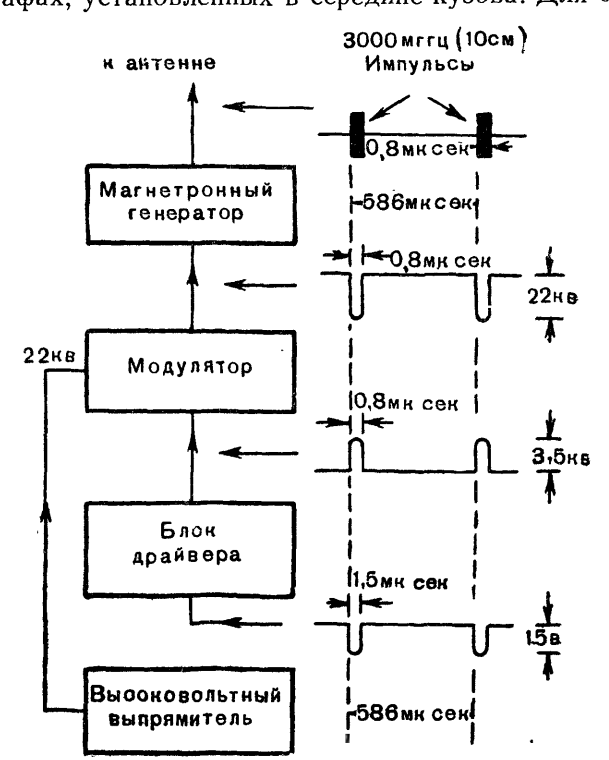


Рис. 19. Упрощенная скелетная схема передатчика

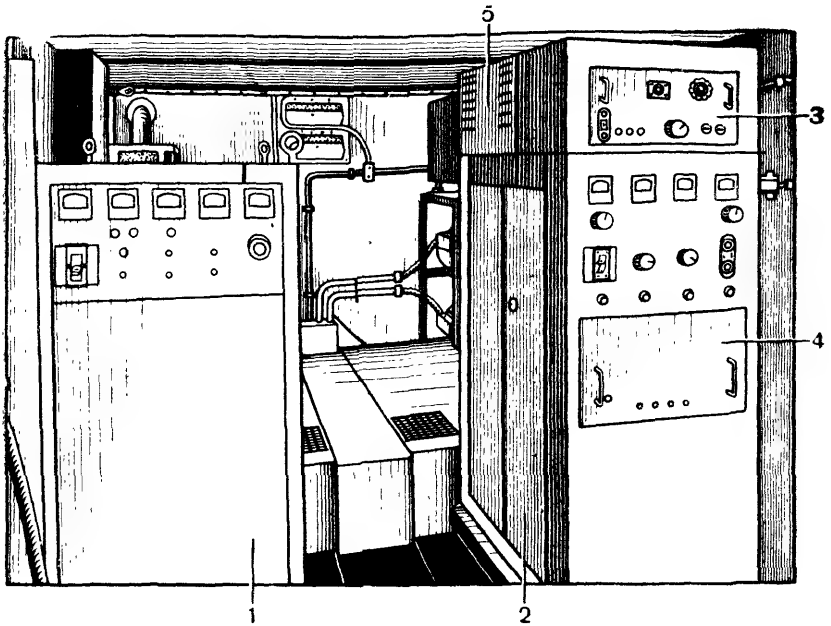


Рис. 20. Расположение блоков передатчика в кузове:
1 — шкаф высоковольтного выпрямителя; 2 — шкаф модулятора; 3 — блок гетеродина; 4 — блок драйвера; 5 — магнетронный генератор, антенный коммутатор и 1-й детектор

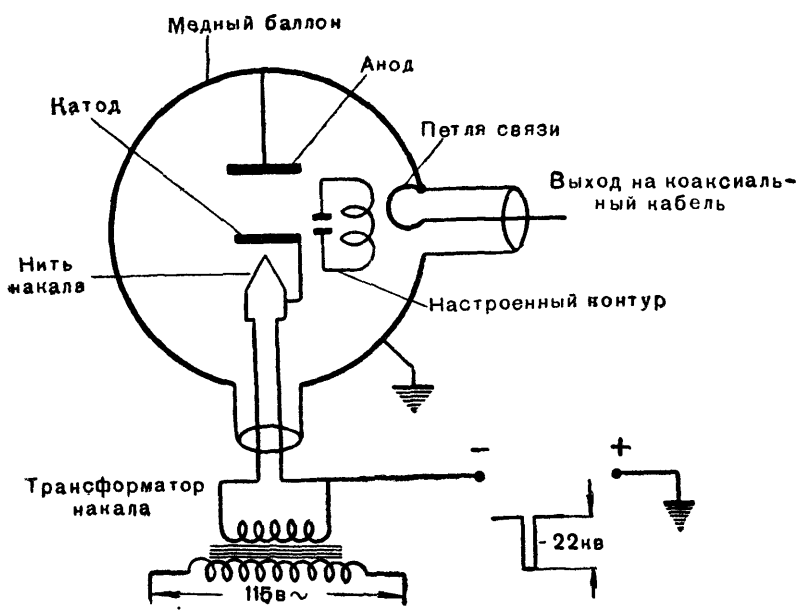


Рис. 21. Упрощенная схема магнетрона и цепей его питания

доступа к деталям указанных устройств в шкафах модулятора и высоковольтного выпрямителя имеются двухстворчатые двери с системой блокировки.

Блок драйвера, расположенный внутри шкафа модулятора, выполнен в виде отдельного элемента и в случае необходимости может быть вынут. На верху шкафа модулятора смонтирован магнетронный генератор, отдельные элементы приемного устройства и антенный коммутатор. На передних панелях шкафов модулятора и высоковольтного выпрямителя сосредоточены ручки управления и приборы, необходимые для управления и контроля работы передатчика.

Размещение и общий вид основных узлов передатчика показаны на рис. 20, а принципиальная схема магнетронного генератора показана на рис. 21.

Полная скелетная схема передатчика, включающая в себя основные элементы его блоков, изображена на рис. 22. Ниже описывается назначение элементов, входящих в состав каждого блока.

Блок драйвера

Блок драйвера предназначен для преобразования отрицательных пусковых импульсов длительностью 1,5 *мксек*, поступающих с блока дальности, в положительные прямоугольные импульсы напряжением 3500 *в* и длительностью 0,8 *мксек*. Процесс преобразования пускового импульса происходит при помощи следующих элементов блока драйвера:

а) мультивибратора, управляемого пусковыми импульсами и создающего прямоугольные импульсы, необходимые для управления последующими каскадами;

б) инвертора, усиливающего импульс и меняющего его полярность;

в) первого драйвера, усиливающего импульс без изменения его формы и полярности;

г) оконечного драйвера, производящего дальнейшее усиление импульса;

д) импульсного трансформатора Т105, изменяющего полярность импульса;

е) искусственной линии (линии задержки), состоящей из сосредоточенных емкостей и индуктивностей; линия эта включена между входом первого драйвера и выходом оконечного драйвера. Назначение искусственной линии — суживать до 0,8 *мксек* относительно широкий импульс, вырабатываемый мультивибратором;

ж) выпрямителей, питающих цепи блока драйвера.

Модулятор

Модулятор предназначен для управления напряжением, поступающим на магнетронный генератор. Модулятор можно рассматривать как электронный переключатель, управляемый импульсами, поступающими с блока драйвера. Иными словами, модулятор включает анодное напряжение на магнетрон на 0,8 *мксек*, после чего выключает его на 586 *мксек*. Анодное напряжение на магнетрон снимается

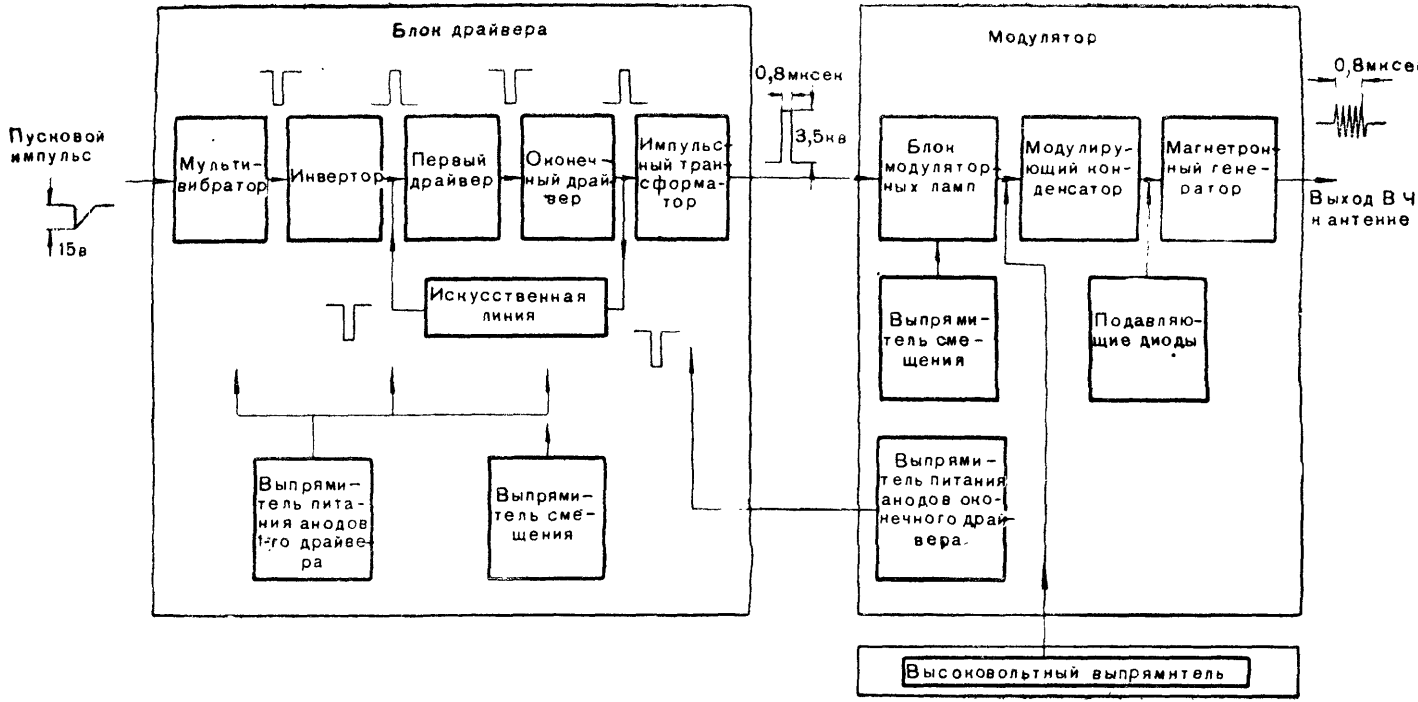


Рис. 22. Скелетная схема передатчика

с модулирующего конденсатора, который разряжается через магнетрон во время действия импульса. В модуляторе находится ряд указанных ниже элементов, действие которых сводится к следующему:

а) блок модуляторных ламп управляется положительными импульсами с выхода блока драйвера, при этом модуляторные лампы отпираются и модулирующий конденсатор разряжается через магнетрон;

б) модулирующий конденсатор в периоды между импульсами заряжается напряжением порядка 22 *кв* от высоковольтного выпрямителя; разряд модулирующего конденсатора через магнетрон происходит во время действия импульса с выхода драйвера;

в) диоды предназначены для подавления паразитных колебаний, возникающих после запирания модуляторных ламп;

г) выпрямители предназначены для питания анодов ламп оконечного драйвера и создания запирающего напряжения на сетках модуляторных ламп

Высоковольтный выпрямитель

Высоковольтный выпрямитель предназначен для заряда модулирующего конденсатора, являющегося источником питания анодной цепи магнетронного генератора.

6. РАБОТА БЛОКА ДРАЙВЕРА

Блок драйвера (вид сверху на шасси) показан на рис. 23. Ниже приводится описание работы отдельных элементов блока.

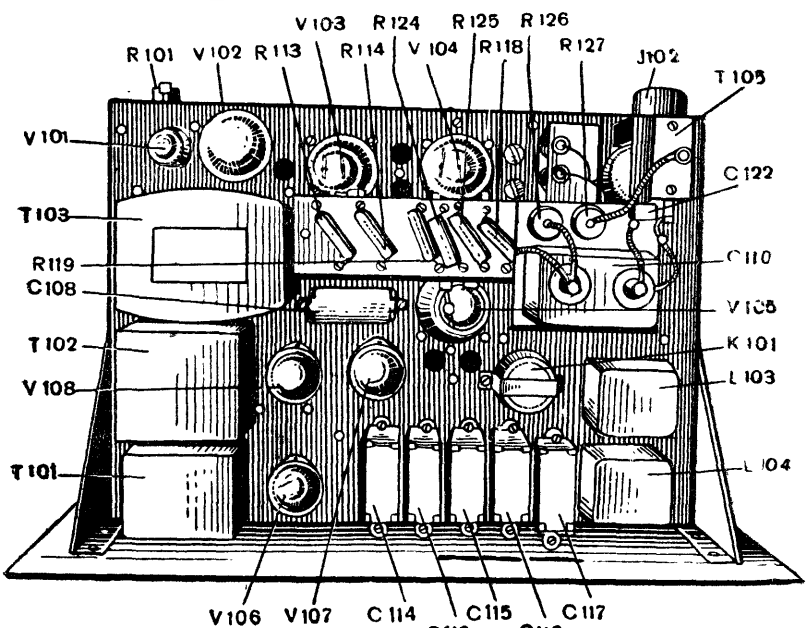


Рис. 23. Блок драйвера (вид сверху)

Мультивибратор

Упрощенная схема мультивибратора и инвертора изображена на рис. 24. В схеме мультивибратора использован двойной триод 6SN7GT (V10IA, V101B). При отсутствии пускового импульса триод *A* заперт отрицательным смещением (порядка —18,5 *в*) на сетке *1*, а триод *B* открыт, так как сетка *4* имеет нулевой потенциал относительно катода. При поступлении отрицательного импульса порядка

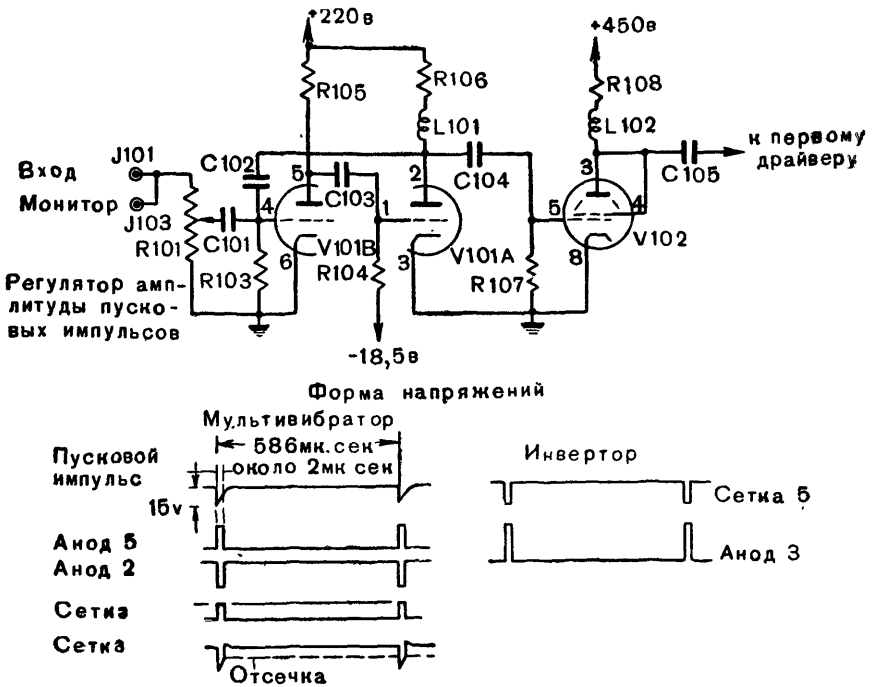


Рис. 24. Упрощенная схема мультивибратора (V101) и инвертора (V102)

15 *в* на сетку *4* триод *B* запирается и напряжение на его аноде *5* возрастает. Возрастание напряжения с анода *5* передается на сетку *1* триода *A* через конденсатор связи C103 и отпирает его. При этом напряжение на аноде *2* падает, образуя отрицательный импульс напряжения. Этот импульс снова поступает на сетку *4* через конденсатор C102, поддерживая триод *B* запертым и по окончании пускового импульса. После некоторого промежутка времени, зависящего от постоянной времени цепи, состоящей из сопротивления R103 и конденсаторов C101 и C102, потенциал сетки *4* начнет повышаться, и как только он превысит порог отпирания триода *B*, вся система возвратится в первоначальное состояние. Выработанный мультивибратором отрицательный прямоугольный импульс с анода *2* триода *A* поступает на сетку инверторной лампы. Частота этих импульсов соот-

ветствует частоте пусковых импульсов, поступающих с блока дальности, и равна 1707 периодов в секунду. Потенциометр R101, стоящий на входе мультивибратора, предназначен для регулировки амплитуды пусковых импульсов, поступающих на сетку *4* триода *B*. Упрощенные кривые формы импульсов в цепях мультивибратора и инвертора показаны на рис. 24. Контроль формы импульсов, поступающих на мультивибратор, может производиться на контрольном гнезде J103 при помощи осциллоскопа.

Инвертор

Инвертор представляет собой однокаскадный усилитель на лампе 6L6 (V102), включенной триодом. При отсутствии импульсов лампа V102 открыта. Отрицательный импульс от мультивибратора, поступающий на сетку лампы V102, запирает последнюю на время своего действия, и в анодной цепи ее возникает положительный импульс, который через конденсатор C105 поступает на первый драйвер.

Каскады драйвера

Упрощенная схема каскадов драйвера показана на рис. 25. Первый драйвер работает на одной лампе типа 829A (V103), а оконечный на двух лампах 829A (V104 и V105), включенных параллельно. Так как каждая лампа представляет собой двойной тетрод, то первый драйвер состоит из двух параллельно включенных тетродов, а оконечный — из четырех.

При отсутствии импульса оба драйвера заперты отрицательным смещением —200 *в*, поданным на управляющие сетки ламп V103, V104 и V105. Отпирание лампы V103 первого драйвера производится положительным импульсом напряжения, поступающего с инверторного каскада. Образующийся при этом на аноде лампы отрицательный импульс трансформируется в положительный при помощи трансформатора T104. При отпирании этим импульсом ламп оконечного драйвера вследствие большой величины тока, протекающего через четыре параллельно включенных тетрода, падение напряжения в анодной цепи получается большим, образуя отрицательный импульс большой амплитуды. Выход оконечного драйвера связан с трансформатором T105 и искусственной линией через конденсатор C110. Для того чтобы исключить возможность появления паразитных колебаний в драйверах, в цепях анодов и сеток их ламп включены сопротивления в 10, 47 и 50 *ом*. Вследствие малой величины эти сопротивления на нормальную работу схемы не влияют.

Искусственная линия (линия задержки)

Основные данные искусственной линии соответствуют параметрам, характеризующим любую длинную линию. Если, например, к началу *E* искусственной линии (рис. 25) приложить импульс напряжения, то он не мгновенно появится на другом ее конце *F*, так как для прохождения его по линии потребуется некоторое время. Эта задержка вызывается, с одной стороны, последовательно включенными

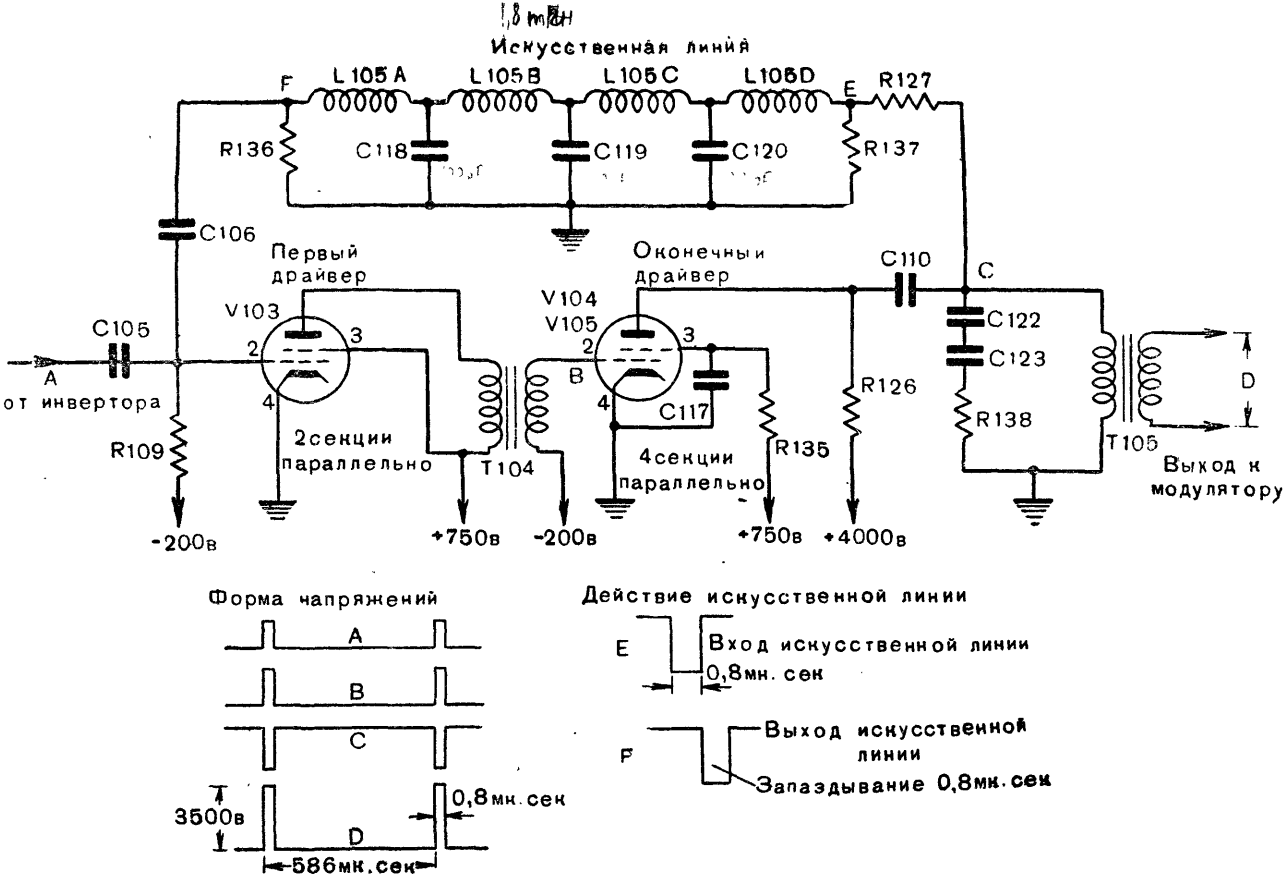


Рис. 25. Упрощенная схема драйвера и форма напряжений в его цепях

катушками индуктивности, препятствующими прохождению тока, с другой — параллельно включенными конденсаторами, которые должен заряжать импульс напряжения при проходе через линию. Величины индуктивностей и емкостей в данной линии подобраны так, что вносимая ею задержка составляет 0,8 *мксек*, т. е. импульс появляется на конце *F* линии только через 0,8 *мксек* после того, как он был приложен к ее началу *E*.

Процесс сужения относительно широкого импульса при помощи искусственной линии в схеме драйвера происходит следующим образом. Образующийся в анодной цепи оконечного драйвера отрицательный импульс поступает на вход *E* искусственной линии. Пройдя через линию, он поступает на сетку лампы V103 первого драйвера. Так как амплитуда отрицательного импульса, прошедшего через линию, превышает амплитуду положительного импульса, поступающего с инверторного каскада, то он запирает лампу V103. Поскольку искусственная линия задерживает прохождение импульса на 0,8 *мксек*, то лампа V103 первого драйвера оказывается отпертой только на протяжении этой задержки и на выходе оконечного драйвера образуется отрицательный импульс продолжительностью 0,8 *мксек*. Далее этот импульс через трансформатор T105 поступает на зажимы *2* и *3* колодки TB101 в виде прямоугольного положительного импульса напряжением 3500 *в*.

Импульсные трансформаторы

Трансформаторы T104 и T105 являются специальными типами трансформаторов, рассчитанными на неискаженное пропускание кратковременных импульсов. Эти трансформаторы в драйвере служат для изменения полярности импульсов, поступающих на их первичные обмотки.

Конденсаторы C122, C123 и сопротивление R138, включенные параллельно первичной обмотке трансформатора T105, служат для улучшения формы выходного импульса.

Источники питания

Блок драйвера содержит два выпрямителя, упрощенные схемы которых приведены на рис. 26. Выпрямитель смещения дает выходные напряжения —200 *в* и —18,5 *в*. Общий ток выпрямителя проходит через катушку максимального реле K101, действие которого будет рассмотрено в разделе описания цепей автоматики модулятора.

Выпрямитель питания анодных цепей блока драйвера (за исключением оконечного драйвера) состоит из двух последовательно включенных выпрямителей. С выпрямителей снимаются напряжения +750, +600, +450 и +220 *в*. Напряжения +600 и +220 *в* снимаются через гасящие сопротивления R135 (600 *в*) и R131, R132 и R139 (220 *в*).

Выходные напряжения +750 *в* и —200 *в* контролируются при помощи вольтметра M201, находящегося на передней панели модулятора. Схема включения вольтметра M201 выполнена так, что при измерениях напряжения +750 *в* и —200 *в* стрелка прибора должна

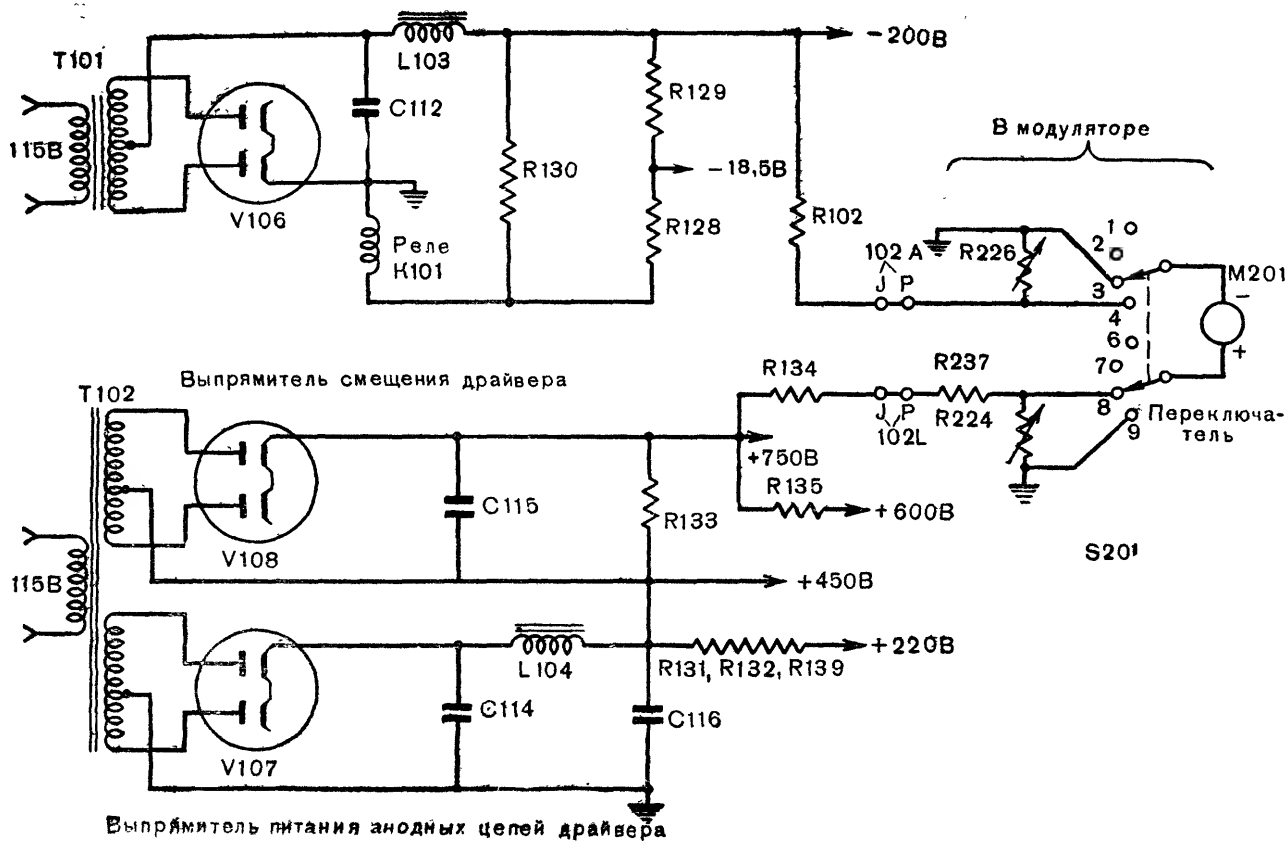


Рис. 26. Упрощенная схема блока питания драйвера

нормально указывать на цифру 5. Две красные риски по краям этой цифры указывают допустимые отклонения напряжений от номинальных. Если показания прибора выходят за пределы рисок, то это указывает на неисправность цепи того или другого выпрямителя.

7. РАБОТА МОДУЛЯТОРА И МАГНЕТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Упрощенная схема модулятора и магнетронного генератора изображена на рис. 27. Этот рисунок разделяется на три следующие части:

рис. 27, *А* — упрощенная схема модулятора и магнетронного генератора;

рис. 27, *В* — схема заряда модулирующего конденсатора;

рис. 27, *С* — схема разряда модулирующего конденсатора через магнетрон.

Блок модуляторных ламп и модулирующий конденсатор

Из рис. 27, *А* видно, что импульс, снимаемый с трансформатора T105, поступает на управляющие сетки трех модуляторных ламп V203, V204 и V205 (тип 6С21), включенных параллельно[1]. Аноды этих ламп присоединены к модулирующему конденсатору C208, включенному последовательно с магнетроном. При отсутствии импульса модуляторные лампы бывают заперты отрицательным смещением — 1 400 *в* и модулирующий конденсатор заряжается от высоковольтного выпрямителя через сопротивления, общая величина которых составляет 10 000 *ом*. Зарядный ток конденсатора проходит через цепь, образуемую дросселем L201 и миллиамперметром M203, как показано на рис. 27, *В*. При поступлении положительного импульса на сетки модуляторных ламп последние отпираются и магнетрон оказывается включенным параллельно модулирующему конденсатору, который заряжен до напряжения 22 *кв* (рис. 27, С). Так как падение напряжения на модуляторных лампах незначительно, то катод магнетрона получает отрицательный потенциал около 22 *кв* относительно своего заземленного анода. При этом магнетрон начинает пропускать ток и генерирует радиочастотный импульс.

Вследствие относительно большой емкости модулирующего конденсатора C208 и малого времени, в течение которого он разряжается (0,8 *мксек*), напряжение на магнетроне остается практически равным 22 *кв* в течение всего времени генерирования импульса. Ввиду большой постоянной времени дросселя L201 в его цепи при отпирании модуляторных ламп ток почти не проходит. По окончании действия импульса модуляторные лампы запираются и конденсатор C208 снова заряжается в течение 586 *мксек* до поступления очередного импульса с блока драйвера.

---

[1] Практически оказывается достаточно работать на двух лампах и в исключительных случаях можно работать на одной. При изменении количества ламп следует произвести переключение обмотки трансформатора накала, как указано на стр. 42, а также необходимо отрегулировать высокое напряжение так, чтобы сохранить нормальный средний ток магнетронного генератора.

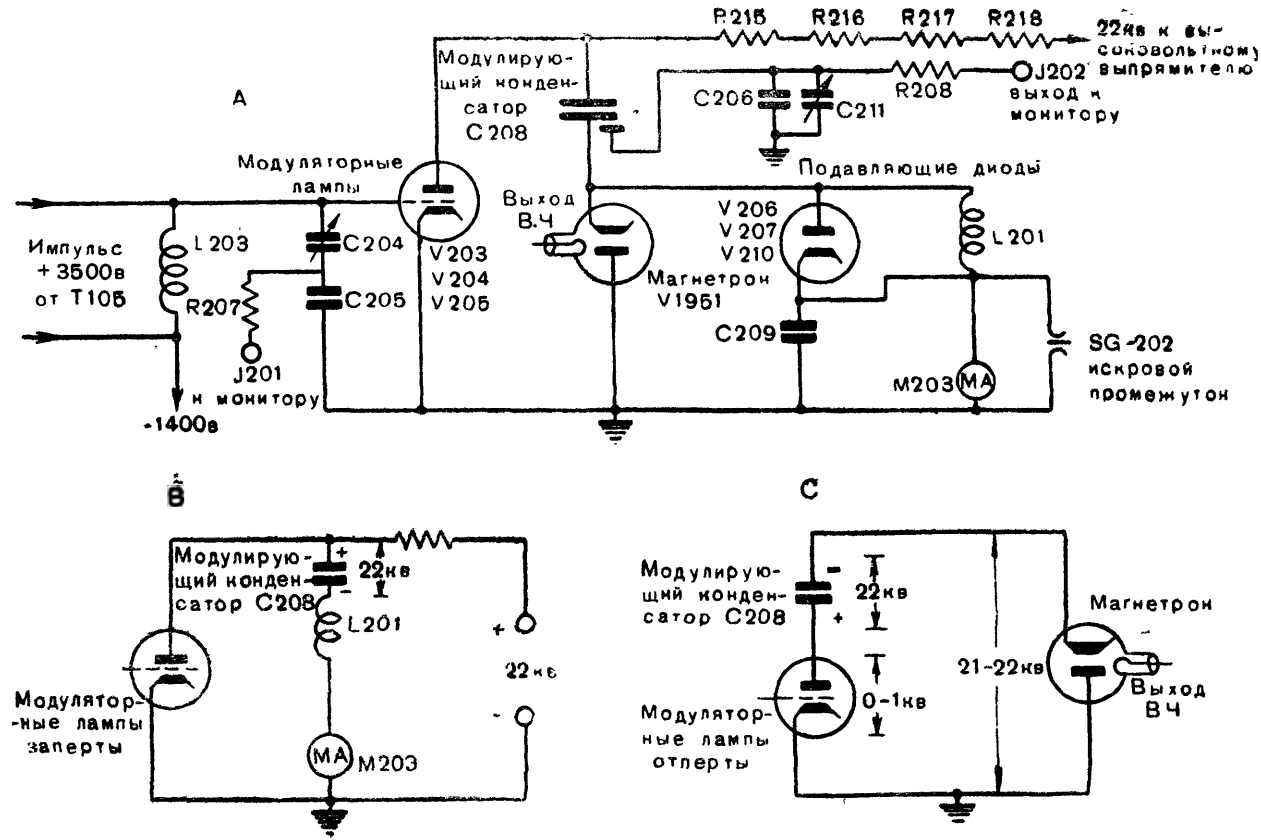


Рис. 27. Упрощенная схема модулятора

Миллиамперметр М203, включенный последовательно в цепь заряда конденсатора С208, показывает среднее значение зарядного тока. Так как средние значения токов заряда и разряда конденсатора примерно равны, то прибор М203 показывает среднее значение тока магнетрона. Прибор М203 находится на передней панели шкафа модулятора; на приборе имеется надпись «OSCILLATOR PLATE».

Для контроля формы импульсов на сетках модуляторных ламп, а также на выходе модулятора, на задней стороне шкафа модулятора, имеются контрольные гнезда (J201 и J202). Напряжения на эти гнезда подаются с емкостных потенциометров. Конденсаторы С204 и С211, входящие в схему потенциометров, отрегулированы на заводе с целью уменьшения напряжения контролируемых импульсов до величины, безопасной для включения осциллоскопа.

Магнетронный генератор

В передатчике применена специальная двухэлектродная генераторная лампа — магнетрон (V1951). Лампа так названа потому, что необходимым условием для возникновения в ней колебаний является наличие магнитного поля. Схематическое устройство магнетрона показано на рис. 21.

Укажем на следующие важные особенности данного магнетронного генератора:

а) анод магнетрона присоединен к медному баллону лампы, баллон лампы заземлен;

б) генерируемую частоту определяет контур, находящийся внутри баллона лампы; изменение частоты передатчика может быть достигнуто только сменой магнетрона;

в) отвод энергии ультравысокой частоты из магнетрона в фидер и далее в антенну производится при помощи витка (петли), индуктивно связанного с внутренним контуром магнетрона;

г) накал магнетрона производится от трансформатора, имеющего высокую изоляцию и малую емкость вторичной обмотки относительно первичной и земли. Последнее необходимо для сохранения нужной формы импульсов.

Изложение теории работы магнетрона не входит в задачу настоящего описания. Элементарно о работе магнетрона в данной станции можно сказать следующее. Магнетрон расположен между двумя полюсами постоянного магнита. Если напряженность магнитного поля будет достаточной величины и катод получит необходимый отрицательный потенциал относительно заземленного анода, то магнетрон начнет генерировать колебания, частота которых определяется конструкцией его внутреннего контура.

В целях установления оптимального режима работы магнетрона магнитная система снабжена устройством, позволяющим регулировать расстояние между полюсами. Потребность в применении этого устройства возникла в связи с тем, что магнетрон может работать в различных режимах, зависящих от напряженности магнитного поля и напряжения импульса, приложенного к катоду. Генерируемая частота магнетрона при всех режимах остается примерно постоянной,

но мощность меняется. Для получения максимальной генерируемой мощности и стабильности работы магнетрона зазор между полюсами магнита должен быть правильно отрегулирован.

Магнетронный генератор отдает во время импульса мощность порядка 250 *квт*. Среднее значение тока магнетрона, указываемое прибором, составляет около 22 *ма*. Так как ток через магнетрон протекает лишь в течение 0,8 *мксек* через интервалы в 586 *мксек*, то во время генерирования колебаний ток достигает значения около 16 *а*.

Для охлаждения магнетрона имеется вентилятор, обдувающий баллон магнетрона через специальный трубопровод.

Частота колебаний, генерируемая магнетронным генератором, равна приблизительно 3000 *мггц*, что соответствует длине волны 10 *см*. Каждой станции придано четыре магнетрона, рабочие частоты которых несколько отличаются одна от другой. Эти частоты указаны в приложенных к магнетронам паспортах. Магнетроны подобраны так, что станция может работать на любой из четырех частот вблизи 3000 *мггц*. Общий вид магнетронного генератора показан на рис. 28.

Подавление паразитных колебаний в модуляторе

Для подавления паразитных колебаний в схеме модулятора имеются три диода — V206, V207 и V210 (типа 8020). При отсутствии диодов паразитные колебания могли бы возникать вследствие наличия колебательного контура, образуемого дросселем L201, междуэлектродными емкостями магнетрона и емкостью монтажа.

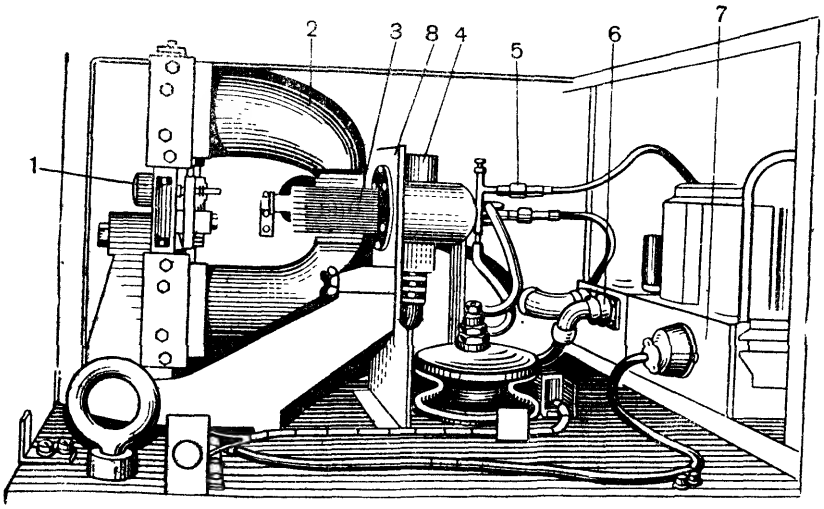


Рис. 28. Общий вид магнетронного генератора:

1 — ручка регулировки зазора между полюсами магнита; *2* — постоянный магнит *3* — магнетрон; *4* — разрядная камера (полый резонатор); *5* — 1-й детектор; *6* — предварительный усилитель; *7* — блок гетеродина; *8* — пластина крепления магнетрона

Так как диоды присоединены параллельно этому контуру и подключены своими анодами к катоду магнетрона, то они запираются на время действия манипулирующего импульса и открываются по его окончании, шунтируя контур и подавляя таким образом паразитные колебания.

Источники питания

На рис. 29 показана упрощенная схема двух выпрямителей, расположенных в модуляторе:

выпрямителя на +4000 *в*, являющегося источником питания анодных цепей ламп оконечного драйвера;

выпрямителя на —1400 *в*, создающего отрицательное смещение на сетках модуляторных ламп.

Оба выпрямителя выполнены по двухполупериодной схеме. Выпрямитель на 4000 *в* работает на двух лампах типа 8020 (V201, V202), а выпрямитель на 1400 *в* работает на двух лампах 1616 (V208, V209).

Измерение токов в цепях выпрямителей производится с помощью миллиамперметра M202, обозначенного на панели надписью «CURRENT». Когда переключатель S204 находится в положении «DRIVER PLATE», то отрицательный полюс выпрямителя на 4000 *в* заземляется через прибор M202; положительный же полюс выпрямителя на 1400 *в* заземляется непосредственно через переключатель S204. В этом положении переключателя измеряется анодный ток оконечного драйвера, нормальная величина которого составляет 12—22 *ма*. Когда же переключатель S204 находится в положении «KEYER GRID», то положительный полюс выпрямителя на 1400 *в* заземляется через прибор, а отрицательный полюс выпрямителя на 4000 *в* заземляется непосредственно через переключатель. В этом положении измеряется сеточный ток модуляторных ламп, нормальная величина которого находится в пределах 10—17 *ма*.

Сопротивления R239, R240 совместно с искровыми промежутками SG201 и SG203 нужны для предотвращения чрезмерного повышения напряжения выпрямителей в моменты перехода включающей пластины переключателя S204 с контактов *2* и *5* на контакты *3* и *6* и обратно. Сопротивления R239 и R240 выбраны такой величины, чтобы они, с одной стороны, заметно не шунтировали прибор M202 и, с другой, исключали возможность разрыва цепи в моменты переключения S204. Искровые промежутки SG201 и SG203 образуются при помощи тонкого листка бумаги, прижатого пружинным держателем к пластинке.

Выходные напряжения обоих выпрямителей могут контролироваться при помощи вольтметра M201, обозначенного на панели надписью «VOLTAGE».

Переключение вольтметра производится при помощи переключателя S203. Схема включения вольтметра выполнена так, что нормально стрелка прибора при контроле напряжения любого из указанных выпрямителей должна находиться между двумя красными рисками, нанесенными на шкале.

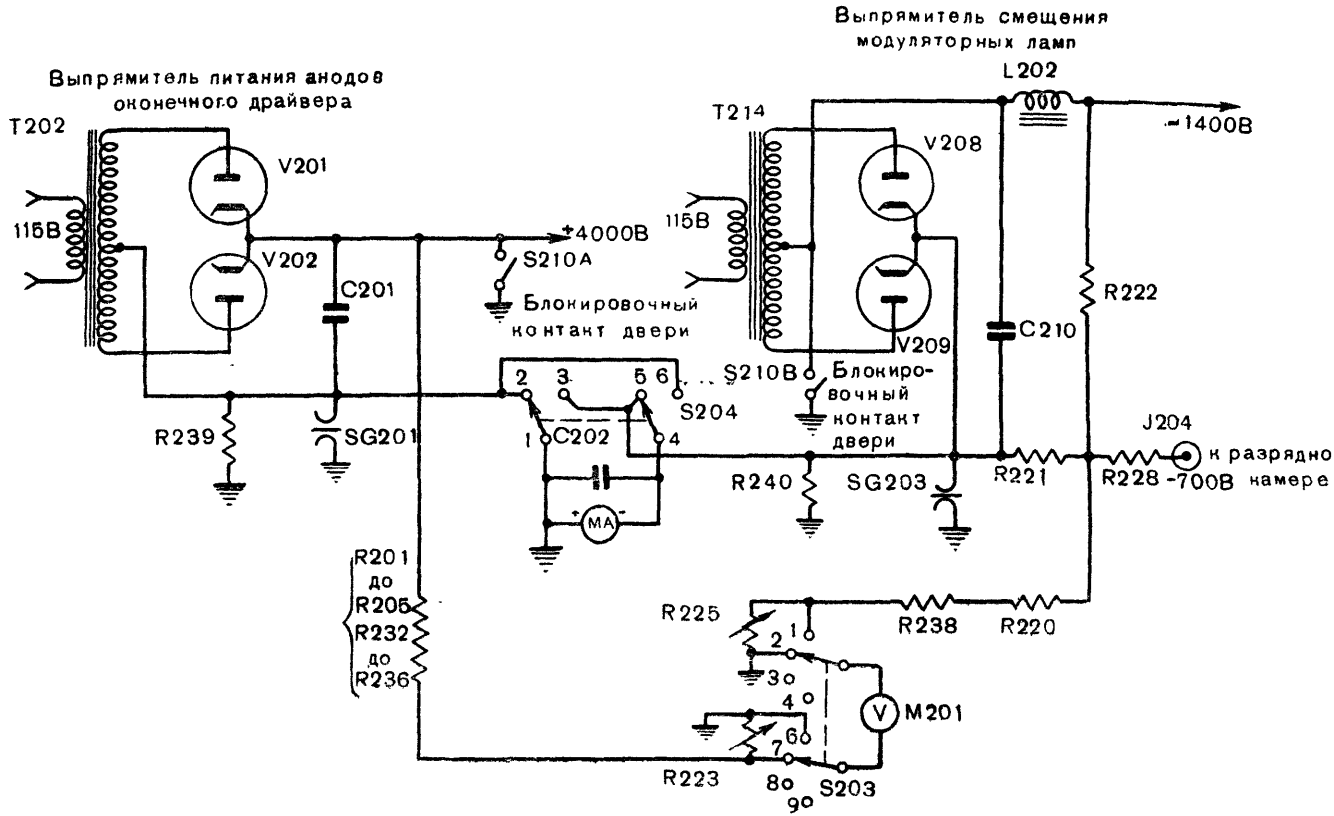


Рис. 29. Упрощенная схема выпрямителей: питания анодных цепей оконечного драйвера и смещения на сетки модуляторных ламп

В выпрямителе на —1400 *в* имеется делитель напряжения (R228—R231), с которого снимается напряжение —700 *в* для подачи на электрод разрядника антенного коммутатора. Это напряжение подается с выпрямителя через цепь с общим сопротивлением в 3,3 *мгом*.

Показанные на схеме выключатели S210A и S210B служат для заземления выпрямителей при открывании дверей шкафа модулятора.

8. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИКА МОДУЛЯТОРА

Цепи питания, а также система управления и автоматика модулятора показаны на рис. 30. На катушках реле и на соответствующих им контактах поставлены одинаковые номера, что облегчает пользование схемой. Упрощенной схемой на рис. 30 следует пользоваться совместно со схемой на рис. 31.

К шкафу модулятора подводится трехфазное напряжение. Все элементы модулятора питаются однофазным напряжением, за исключением двух вентиляторов BL201 и BL203, имеющих трехфазные моторы.

На рис. 30 показано, что трехфазное напряжение подведено к зажимам *1*, *2* и *3* колодки TB14 и далее на линейный рубильник S201 — «LINE CIRCUIT BREAKER». Если рубильник S201 выключен, то все цепи модулятора обесточены. При включении рубильника S201 напряжение поступает на следующие элементы:

к вентиляторам BL201, BL202 и BL203;

к трансформатору T201, питающему цепь накала ламп выпрямителя оконечного драйвера;

к трансформатору T101, питающему цепь накала ламп выпрямителя смещения драйверов;

к трансформатору T103 накала ламп драйверов;

к трансформатору T212 накала диодов, служащих для подавления паразитных колебаний;

к трансформатору T213 накала выпрямителя смещения модуляторных ламп;

к зажимам *1* и *2* колодки TB13 для питания гетеродина приемника;

к трансформатору T208 накала магнетрона;

к автотрансформатору T210, регулирующему напряжение накала модуляторных ламп.

Реле выдержки времени K201 срабатывает через 30 сек. после включения рубильников S201 и S307 (последний находится в схеме высоковольтного выпрямителя). Наличие этого реле обеспечивает 30-секундный предварительный разогрев катодов всех ламп, прежде чем на аноды ламп будет подано высокое напряжение. Действие контактов K201 реле выдержки времени, включенных в фазу C, будет описано ниже.

Цепь накала магнетрона

Первичное напряжение на трансформатор T208 накала магнетрона подается через реостат R219, ручка регулировки которого выведена на переднюю панель шкафа модулятора с надписью «OSCILLATOR FILAMENT». Этот реостат служит для регулировки напряжения накала магнетрона. Нормально реостат должен быть отрегулирован так, чтобы стрелка прибора M204 при установке переключателя S209 в положение «OSCILLATOR FILAMENT» (накал магнетрона) находилась против красной риски на шкале (100 *в*).

Цепь накала модуляторных ламп

Регулировка накала модуляторных ламп осуществляется при помощи автотрансформатора T210, ручка которого находится на передней панели модулятора; на ручке имеется надпись «KEYER FILAMENT». Автотрансформатор регулирует напряжение, поступающее на первичную обмотку трансформатора накала T209, имеющего две пары обмоток. Прибор M204 измеряет напряжения на обмотке, имеющей выводы *A,B,C,D*. В зависимости от количества установленных модуляторных ламп должны быть использованы следующие выводы:

для трех ламп — выводы *H4* и *D*;
для двух ламп — выводы *H3* и *C*;
для одной лампы — выводы *H2* и *B*.

Выводы *H1* и *A* являются общими для всех трех случаев соединений.

При установке переключателя S209 в положение «KEYER FILAMENT» (накал модулятора) ручку регулировки автотрансформатора следует повернуть так, чтобы стрелка прибора M204 находилась против красной риски на шкале (100 *в*).

Контактор K202

При срабатывании реле выдержки времени замыкаются контакты K201 и напряжение поступает через трансформатор T206 на зеленую лампочку «READY» (готово). После этого нажатием пусковой кнопки «START» может быть включен контактор K202. Этот контактор связан с рядом цепей, включающих питание на элементы, подающие высокие напряжения. Эта связь осуществлена системой блокировочных контактов, которые при нормальной работе всегда замкнуты. Ниже приводятся наименования реле и блокировочных контактов, а также перечисляются причины, вызывающие выключение цепи возбуждения контактора K202.

а) Контакты максимального реле K204 размыкаются, если сила тока в первичной обмотке трансформатора T214 (выпрямителя смещения модулятора) чрезмерно велика;

б) контакты максимального реле K205 размыкаются, если сила анодного тока оконечного драйвера чрезмерно велика;

в) контакты термореле S208 размыкаются, если температура внутри шкафа модулятора превышает 70° С;

г) контакты S205 и S207 размыкаются, если открыты двери шкафа модулятора;

д) контакт S1951 размыкается, если снят кожух с магнетронного генератора.

Цепь возбуждения контактора К202 разрывается при нажатии кнопки «STOP».

Так как пусковая кнопка «START» не имеет фиксации, то предусмотрена вспомогательная цепь, состоящая из контактов реле К101 и контактов *5* и *6* контактора К202. Эта цепь включается при срабатывании контактора К202 (при нажатии кнопки «START»), замыкающего цепь контактов *5* и *6*. Реле К101 срабатывает от выпрямителя смещения драйвера после включения рубильника S201. Такое соединение приводит к тому, что при отсутствии смещения на лампах драйверов контактор К202 выключается и высоковольтные цепи обесточиваются.

При срабатывании контактора К202:

загорается желтая лампочка «BIAS» (смещение);

подается напряжение на трансформатор Т214 выпрямителя смещения модуляторных ламп;

замыкаются контакты *7* и *8* контактора К202 (рис. 34), подготавливая включение высоковольтного выпрямителя.

Замыкание контактов К203, включающих трансформаторы Т102 и Т202 выпрямителей питания анодных цепей драйверов, производится с панели высоковольтного выпрямителя.

9. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Схема высоковольтного выпрямителя изображена на рис. 35. На вход высоковольтного выпрямителя подводится трехфазное напряжение. Максимальное выходное напряжение выпрямителя составляет 27 *кв* при токе 100 *ма*. Выпрямитель работает на кенотронах типа 8020. Для защиты обслуживающего персонала от высокого напряжения выпрямитель оборудован блокировкой.

Схема выпрямителя

Упрощенная схема высоковольтного выпрямителя показана на рис. 32. Выпрямленное напряжение снимается с точек «+» и земля. Отрицательный полюс выпрямителя заземлен через максимальное реле К305 и миллиамперметр М302. Вольтметр М301, измеряющий выходное напряжение выпрямителя, включен последовательно с серией добавочных сопротивлений (от R306 до R310) с общим сопротивлением 17,5 *мгом*. Конденсатор С301 служит для сглаживания пульсаций. При открывании дверей шкафа выпрямителя конденсатор С301 автоматически закорачивается блокировочным контактом S310. В качестве дополнительной меры предосторожности при выключении первичного напряжения конденсатор С301 разряжается через сопротивления R304 и R303. Последние включаются контактами реле

К301, которые при работе выпрямителя находятся в разомкнутом состоянии и замыкаются при обесточивании катушки реле К301 (рис. 34) в момент выключения выпрямителя.

Закорачивание ограничительных сопротивлений R311 и R312 контактами реле К307 происходит не сразу после включения выпрямителя, а через небольшой промежуток времени. Контакты реле К307 отрегулированы так, что с момента включения выпрямителя до замыкания контактов реле проходит промежуток времени, достаточный для ограничения амплитуды начального тока заряда конденсатора.

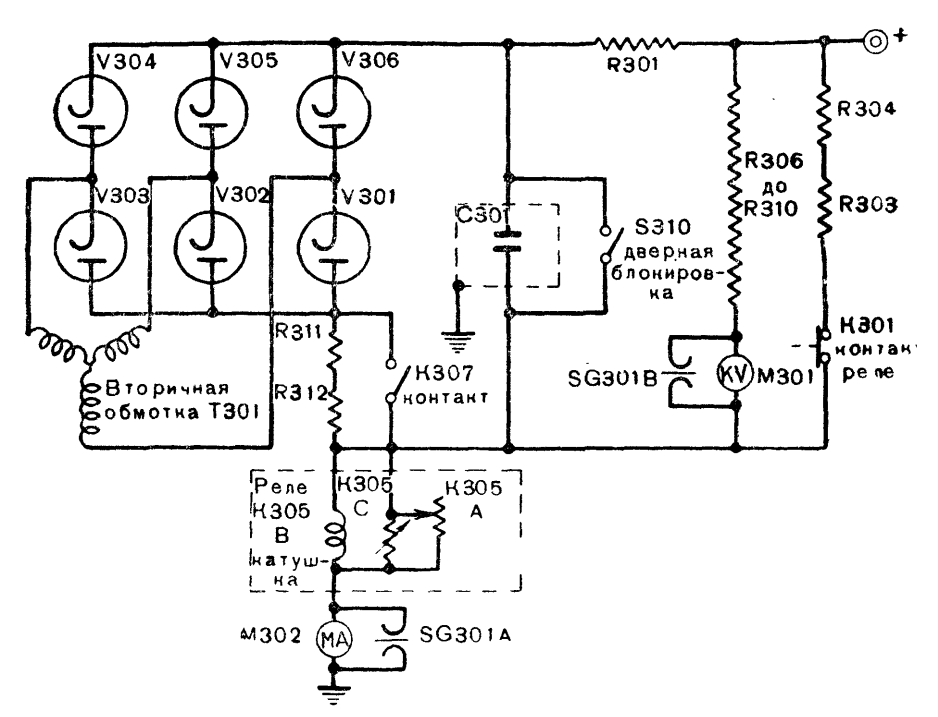


Рис. 32. Упрощенная схема высоковольтного выпрямителя

Принцип действия трехфазного выпрямителя наглядно объясняется при помощи упрощенной схемы, показанной на рис. 33, где приведены только основные цепи. На рисунке изображено также шесть схем (по две на каждую из трех фаз), которые показывают токопрохождение в течение положительного и отрицательного полупериодов. Рассмотрим действие схемы на фазах *AB*. В течение части периода, когда напряжение, индуктированное во вторичной обмотке трансформатора, такое, что на конце обмотки *A* будет положительный (относительно *B*) потенциал, аноды ламп V304 и V302 получают по отношению к своим катодам положительный потенциал. В это время обе лампы будут пропускать ток через нагрузку в направлении,

указанном стрелками на рисунке. В другую часть периода, когда на конце обмотки *А* будет отрицательный потенциал, лампы V304 и V302 не проводят ток. В этом случае ток будут проводить лампы V305 и V303, на аноде которых будет положительный потенциал. При этом ток через нагрузку будет протекать в том же направлении.

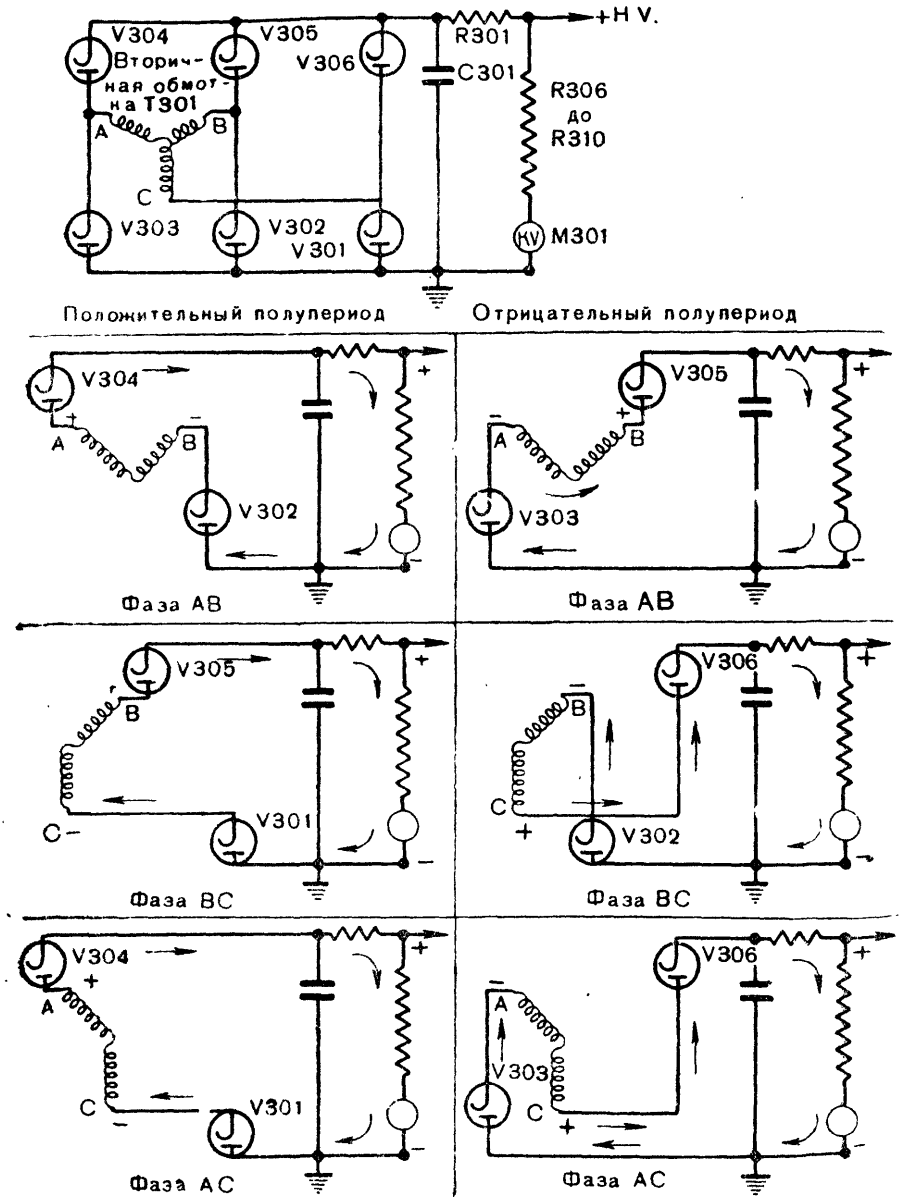


Рис. 33. Схема прохождения тока в цепях высоковольтного выпрямителя

Рассматривая остальные схемы, мы видим, что направление тока через нагрузку в результате выпрямления напряжения в фазах *BC* и *AC* не изменяется. Если по каким-либо причинам во время работы станции одна из трех фаз выйдет из строя, то выпрямитель будет работать, давая несколько пониженное напряжение. Неисправность эту при первой возможности необходимо устранить.

Фильтрация незначительных пульсаций выпрямленного напряжения производится при помощи конденсатора C301.

10. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИКА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

Цепи управления, контроля и автоматика высоковольтного выпрямителя показаны на рис. 34. Первичное напряжение подводится через зажимы *4*, *5* и *6* колодки TB30 к линейному рубильнику S307 — «LINE CIRCUIT BREAKER». В этом рубильнике имеются термопредохранители, размыкающие цепь при токе порядка 25 *а*, благодаря чему исключается возможность перегрузки цепей. Помимо этого для защиты цепей выпрямителя имеются три максимальных реле K303, K304 и K306, более чувствительных к перегрузкам, чем указанные термопредохранители. При срабатывании одного из этих реле высоковольтный трансформатор выключается вследствие обесточивания катушки контактора K302, но все низковольтные цепи остаются под током.

При включении линейного рубильника S307 напряжение поступает на следующие элементы:

вентилятор BL301, расположенный в шкафу выпрямителя;

реле выдержки времени K201, расположенное в блоке модулятора;

линейный вольтметр M304 «LINE VOLTMETER», находящийся на передней панели шкафа выпрямителя;

трансформаторы T301B, T301C и T301D накала кенотронов;

реле K308;

зеленую контрольную лампочку на панели выпрямителя;

желтую контрольную лампочку на панели выпрямителя. Желтая контрольная лампочка загорается только в том случае, когда регулятор напряжения будет занимать положение, при котором выпрямленное напряжение минимально.

Трансформаторы накала кенотронов

Трансформаторы накала образованы отдельными обмотками, находящимися на сердечнике высоковольтного трансформатора T301. Реостат R305, ручка управления «FILAMENT CONTROL» которого находится на передней панели выпрямителя, позволяет в небольших пределах регулировать напряжение накала кенотронов. Нормально первичное напряжение на трансформаторах должно быть равно 105 *в*, что контролируется прибором M303 (FILAMENT VOLTMETER), расположенным на передней панели выпрямителя.

Реле К308 и контактор К302

Реле К308 является вспомогательным для работы максимальных реле. Оно включено между фазами *АВ* через сопротивление R313. При срабатывании одного из максимальных реле (К303, К304, К305 или К306) катушка реле К308 закорачивается, контакты реле К308 размыкаются, в результате чего катушка контактора К302 обесточивается и выключает напряжение всех цепей, связанных с контактором К302. Цепь катушки контактора К302 составляют следующие элементы:

контакты реле К308 (эти контакты нормально замкнуты, так как реле срабатывает при включении рубильника S307 — LINE CIRCUIT BREAKER);

контакты S308 и S309 дверной блокировки; при закрытых дверях шкафа выпрямителя эти контакты замкнуты;

контакты 7—8 контактора К202; этот контактор находится в шкафу модулятора и нормально к моменту включения контактора К302 его контакты должны быть замкнуты;

контакты кнопки выключения «TRIP» (S302) и контакты дистанционной кнопки выключения «STOP» (S1979); если кнопки «TRIP» или «STOP» не нажаты, то контакты должны быть замкнуты;

контакты пусковой кнопки «CLOSE» и дистанционной пусковой кнопки «START»; контакты этих кнопок нормально разомкнуты и цепь контактора К302 может быть включена только при нажатии кнопок «CLOSE» или «START».

Так как кнопки «CLOSE» и «START» не имеют фиксации, то для поддержания тока в катушке контактора К302 при отпускании той или другой кнопки контактор К302 замыкает контакты *5* и *6*, параллельные кнопкам «CLOSE» и «START». При размыкании одного из перечисленных выше контактов или при нажатии кнопок «TRIP» или «STOP» цепь катушки контактора К302 обесточивается и высокое напряжение выключается.

При нажатии кнопок «CLOSE» или «START» срабатывает контактор К302. Это приводит к следующему:

загорается красная контрольная лампочка и гаснет зеленая, что объясняется замыканием контактов *5* и *6* и размыканием контактов *7* и *8* контактора К302;

включается счетчик числа часов работы «TIME TOTALIZER»;

включается ток в катушку реле К301, и его контакты выключают разрядные сопротивления R303 и R304 (рис. 32);

сработает контактор К203, включающий анодные напряжения драйверов (рис. 30);

загорается красная контрольная лампочка (PLATE) на модуляторе (рис. 30);

главные контакты L1, T1; L2, T2 и L3, T3 контактора К302 включают все три фазы первичного напряжения на регулятор напряжения.

Регулятор напряжения

Регулировка величины выходного напряжения производится при помощи регулятора напряжения VR301 индукционного типа. Регулятор позволяет плавно изменять напряжение на первичной обмотке высоковольтного трансформатора в пределах от 10 до 225 *в*. Регулятор напряжения имеет три первичные и три вторичные обмотки. Первичные обмотки расположены на статоре регулятора, а вторичные — на роторе. Ротор регулятора может поворачиваться при помощи однофазного реверсивного мотора B301, имеющего емкостное пусковое устройство.

При повороте ротора регулятора фаза напряжения во вторичных обмотках изменяется, в результате чего при одном крайнем положении ротора напряжение вторичных обмоток складывается с напряжением на первичных, а в другом крайнем положении они вычитаются. В результате напряжение, поступающее на первичную обмотку высоковольтного трансформатора, может плавно изменяться, причем соответственно меняется и выпрямленное напряжение.

Управление мотором B301, поворачивающим ротор регулятора напряжения, производится при помощи кнопок «RAISE» (повышение) и «LOWER» (понижение), расположенных на передней панели выпрямителя. Конструкция кнопок такова, что одновременное нажатие их не вызывает никакого действия. При нажатии кнопки «RAISE» мотор поворачивает ротор регулятора так, что напряжение на выходе последнего повышается. При нажатии кнопки «LOWER» мотор поворачивает ротор в другую сторону и выходное напряжение регулятора уменьшается. Для автоматической остановки мотора B301 при двух крайних положениях ротора регулятора имеются два ограничителя — максимальный (S311) и минимальный (S312). Эти ограничители механически приводятся в действие эксцентриками регулятора напряжения. Кроме того, контакты *1* и *2* контактора K302 включены последовательно в цепь кнопки «RAISE» для предотвращения установки регулятора на максимальное напряжение в случае, если не на все предварительно включаемые цепи подано напряжение.

Полная схема цепей высоковольтного выпрямителя приведена на рис. 35.

ГЛАВА 3

АНТЕННО-ФИДЕРНАЯ СИСТЕМА

11. СКЕЛЕТНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Система передачи энергии высокой частоты состоит из следующих частей:

антенны, в состав которой входят головка антенны (вибратор с отражательным диском) AN-101-B и параболический отражатель;

высокочастотного коаксиального фидера, отдельные части которого соединяются разъемными неподвижными или вращающимися соединениями;

антенного коммутатора, в состав которого входят переходное устройство передатчика и разрядная камера.

Упрощенная схема системы передачи энергии высокой частоты показана на рис. 36.

Высокочастотный фидер, соединяющий магнетронный генератор с антенной, состоит из нескольких разъемных секций.

Переходное устройство передатчика соединяет выход магнетронного генератора с высокочастотным фидером. Во время генерации импульса передатчиком переходное устройство пропускает токи высокой частоты в фидер. Отраженные им-

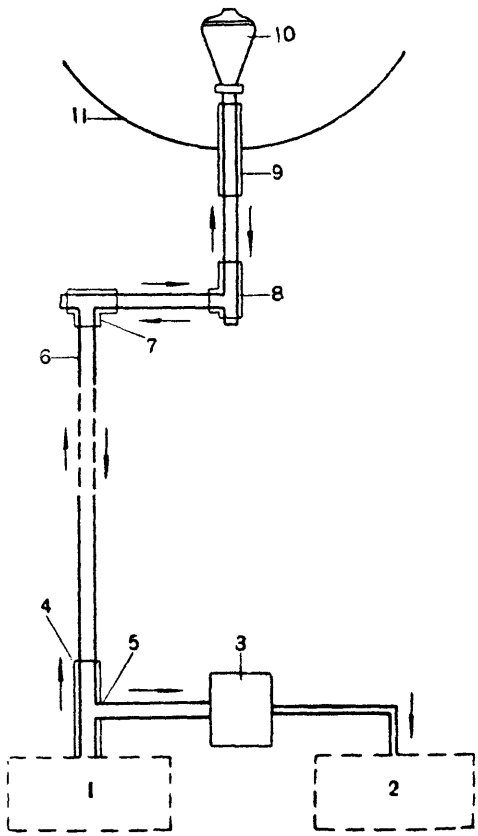


Рис. 36. Упрощенная схема системы передачи энергии высокой частоты:

1 — передатчик; *2* — приемник; *3* — разрядная камера; *4* — переходное устройство передатчика; *5* — Т-образное разветвление; *6* — фидер; *7* — азимутальное вращающееся соединение; *8* — вращающееся соединение угла места; *9* — вращающееся соединение головки антенны; *10* — головка антенны; *11* — параболоид

пульсы при приеме через переходное устройство в генератор не проходят. Переходное устройство имеет Т-образное ответвление на приемник. В это ответвление включена разрядная камера. Во время работы передатчика разрядная камера блокирует линию, идущую

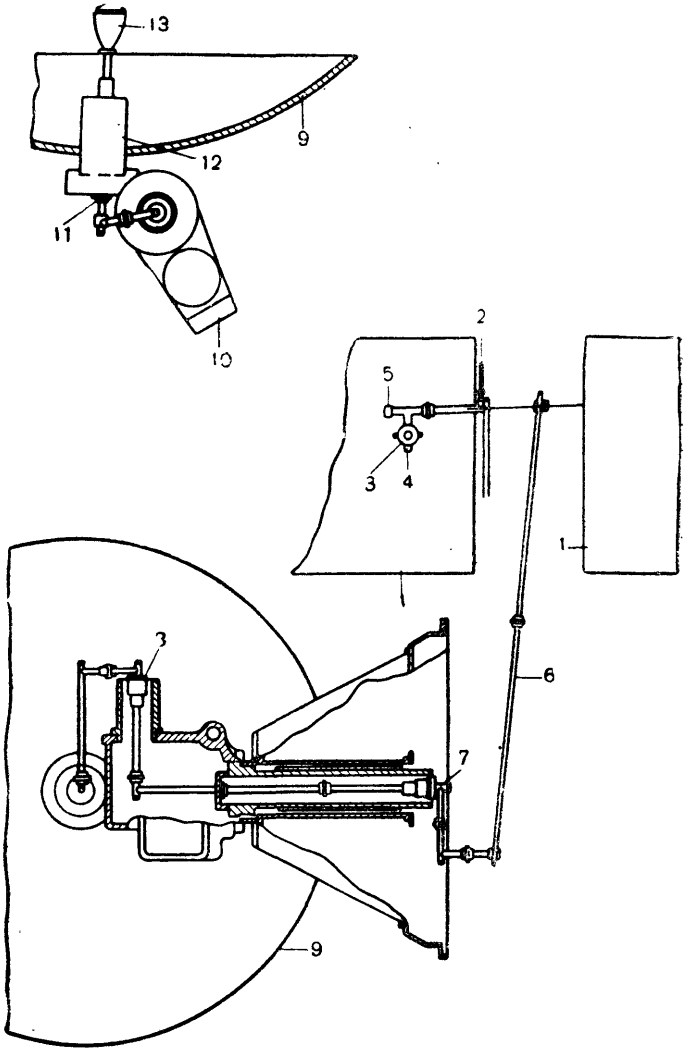


Рис. 37. Расположение частей системы передачи энергии высокой частоты

1 — шкаф модулятора; *2* — патрубок к дегидратору; *3* — разрядная камера; *4* — вывод к приемнику; *5* — вывод к передатчику; *6* — фидер; *7* — вращающееся соединение азимута; *8* — вращающееся соединение угла места; *9* — параболоид; *10* — противовес; *11* — вращающееся соединение головки антенны; *12* — мотор вращения головки антенны и генератор опорных напряжений; *13* — головка антенны

к приемнику, и не пропускает импульсы передатчика в приемник. В промежуток времени между излучением импульсов разрядная камера связывает приемник с фидером для приема отраженных сигналов.

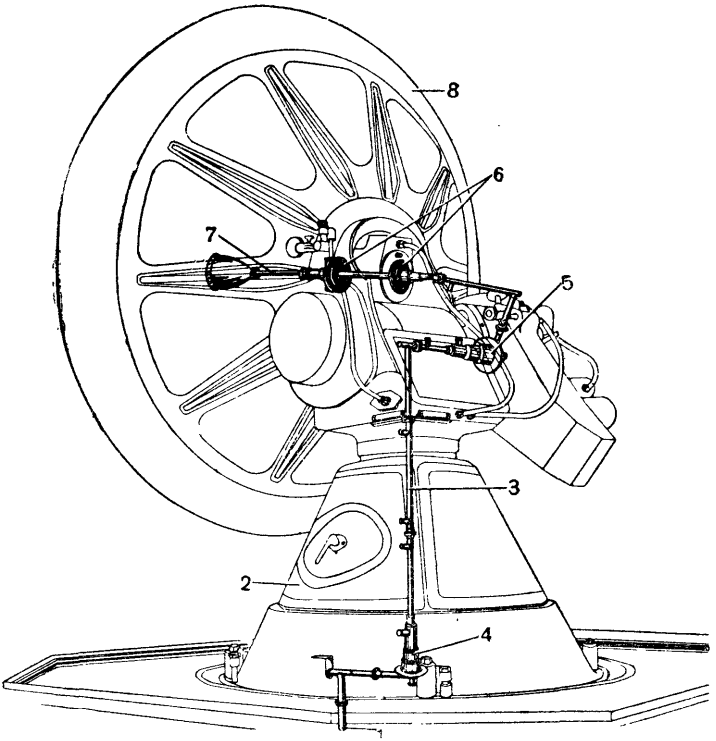


Рис. 38. Расположение фидерной системы в основании антенны:

1 — фидер; *2* — основание антенны; *3* — фидер; *4* — вращающееся соединение азимута; *5* — вращающееся соединение по углу места; *6* — вращающееся соединение головки антенны; *7* — головка антенны; *8* — параболоид

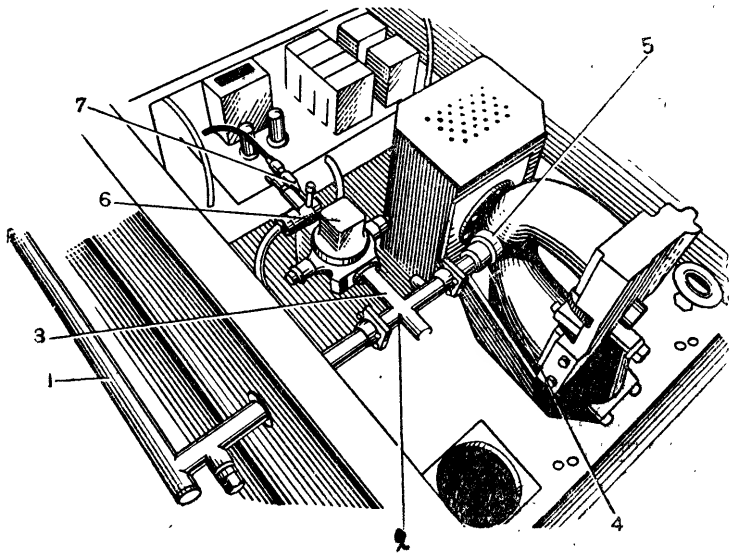


Рис. 39. Расположение фидерной системы на шкафу модулятора:

1 — фидер; *2* — Т-образное разветвление; *3* — соединение с разрядной камерой; *4* — соединение с магнетроном; *5* — магнетрон; *6* — разрядная камера; *7* — первый детектор

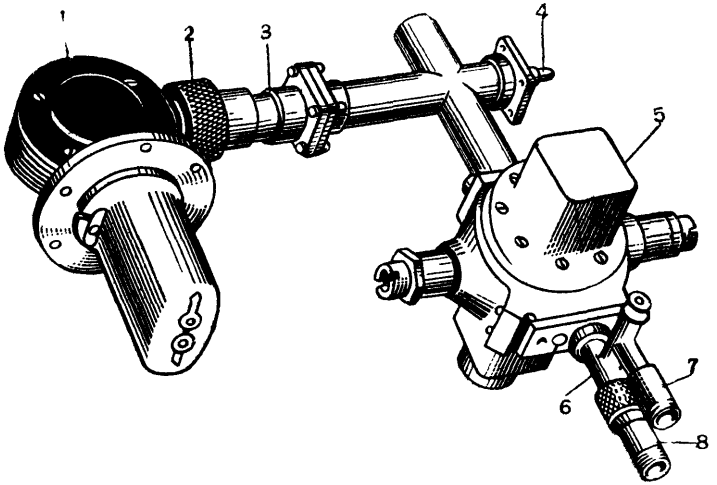


Рис. 40. Магнетрон, антенный коммутатор и первый детектор:

1 — магнетрон; *2* — накидная гайка; *3* — переходное устройство передатчика; *4* — соединение с фидером; *5* — разрядная камера; *6* — первый детектор; *7* — соединение с гетеродином; *8* — соединение с предварительным усилителем

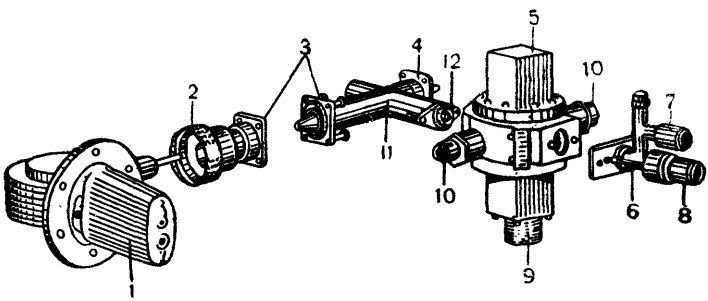


Рис. 41. Магнетрон, антенный коммутатор и первый детектор в разобранном виде:

1 — магнетрон; *2* — накидная гайка; *3* — разъемное соединение переходного устройства передатчика; *4* — соединение с фидером; *5* — разрядная камера; *6* — первый детектор; *7* — соединение с гетеродином; *8* — соединение с предварительным усилителем; *9* — контакт электрода поджига; *10* — настроечный винт; *11* — Т-образное разветвление; *12* — виток связи

Высокочастотный фидер на участке между генератором и антенной имеет три вращающихся переходных соединения. Одно из них позволяет осуществить питание антенны при вращении ее по азимуту, другое (такое же) позволяет питать антенну при вращении ее по углу места. Третье вращающееся соединение (несколько отличающееся по конструкции от первых двух) позволяет питать вибратор головки антенны при вращении ее вокруг оси параболического отражателя со скоростью 1800 *об/мин*.

Антенна состоит из параболического отражателя и головки антенны (вибратора с отражающим диском). Головка антенны помещена внутри параболического отражателя так, что вибратор находится в фокусе параболоида. Излучаемая вибратором энергия концентрируется параболическим отражателем в узкий пучок, ось которого несколько отклонена от оси параболоида вследствие несимметричной установки вибратора относительно оси параболоида.

Расположение и вид различных частей системы передачи энергии высокой частоты показаны на рис. 37—41.

12. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ФИДЕР

Высокочастотный фидер проходит внутри кабины от верха шкафа модулятора до точки, лежащей под центром основания антенны (рис. 42). В центре нижней части основания антенны (рис. 38) на фидере имеется соединение, благодаря которому осуществляется питание вибратора при вращении параболоида по азимуту. Отсюда фидер

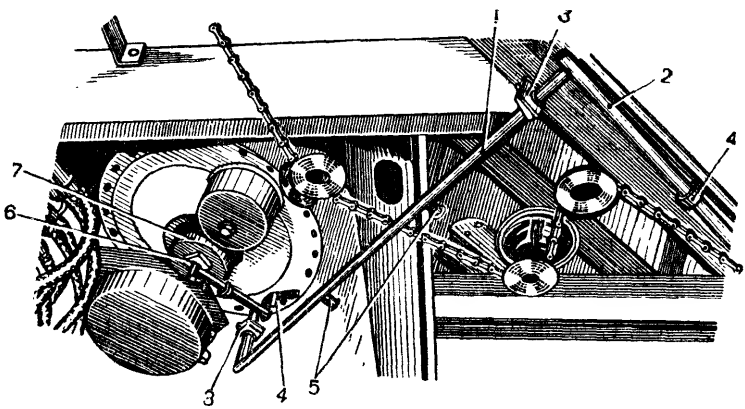


Рис. 42. Расположение съемных секций фидера:

1, 2 — съемные секции фидера; *3* — разъемные соединения; *4* — поддерживающие скобы; *5* — опорные шлейфы; *6* — крепящая гайка фидера; *7* — вращающееся соединение азимута

поднимается вверх через основание антенны и под прямым углом идет к соединению, которое дает возможность питать антенну при вращении параболоида по углу места. Затем на фидере имеется изгиб, после которого следует соединение, позволяющее питать вибратор головки антенны при ее вращении.

Фидер изготовлен из медных трубок, внутренний диаметр которых равен 20 *мм*; внутри этих трубок помещаются медные проводники меньшего диаметра (10 *мм*). Внутренние проводники поддерживаются отрезками трубок, образующими опорные шлейфы, применение которых не вызывает заметной потери энергии. На рис. 43 изображена часть фидера с опорным шлейфом. Вблизи опорного шлейфа диаметр внутреннего проводника увеличен, что обеспечивает прохождение нужной полосы частот. На рис. 44 показано кре-

пление внутреннего проводника на изгибе фидера при его повороте под прямым углом. С целью пропускания требуемой полосы частот диаметр внутреннего проводника вблизи места крепления несколько уменьшен.

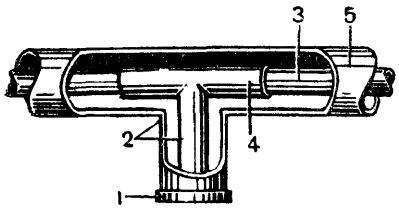


Рис. 43. Устройство опорного шлейфа:

1 — закорачивающая пробка; *2* — опорный шлейф; *3* — внутренний проводник фидера; *4* — утолщенный участок внутреннего проводника; *5* — внешний проводник фидера

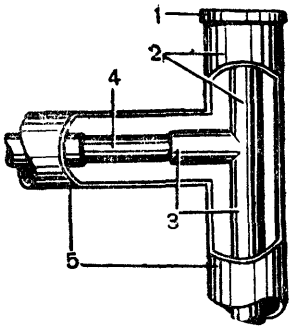


Рис. 44. Устройство колена фидера:

1 — закорачивающая пробка; *2* — опорный шлейф; *3* — внутренний проводник фидера; *4* — участок внутреннего проводника с уменьшенным диаметром; *5* — внешний проводник фидера

Внешние и внутренние проводники отдельных секций высокочастотного фидера плотно соединяются между собой, как это показано на рис. 45. Торцы внешних проводников скошены. На концах секций имеются фланцы, которые стягиваются болтами. Круглые резиновые прокладки между фланцами делают соединение секций фидера воздухонепроницаемым. Внутренние проводники плотно соединяются при помощи штепсельных соединений.

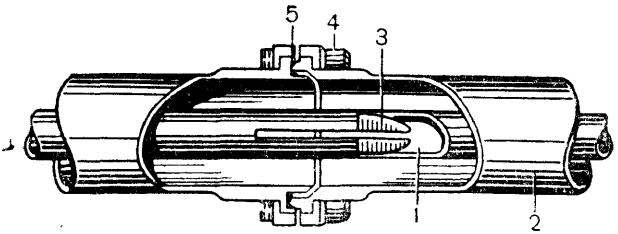


Рис. 45. Устройство разъемного соединения секций фидера:

1 — внутренний проводник; *2* — внешний проводник; *3* — штепсельное соединение; *4* — стягивающий болт; *5* — резиновая прокладка

Чтобы электрические свойства фидерной линии не изменялись и для избежания потерь энергии, воздух внутри фидера при помощи дегидратора поддерживается сухим. Дегидратор нагнетает в фидерную линию сухой воздух под давлением, превышающим атмосферное на 0,35 *атм.*

Находящиеся в фидерной линии три вращающихся соединения имеют сложное устройство. Электрическая схема вращающихся соединений показана на рис. 46. Внутренние и внешние проводники фидера неподвижной и вращающейся частей его перекрывают соответственно друг друга с небольшими фиксированными зазорами, вследствие чего фидеры оказываются соединенными емкостной связью, достаточной для передачи энергии без существенных потерь.

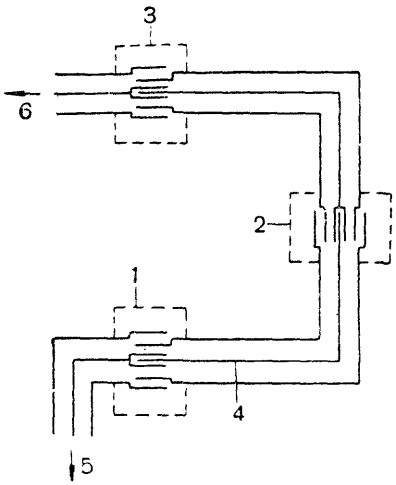


Рис. 46. Электрическая схема вращающихся соединений:

1 — вращающееся соединение азимута; *2* — вращающееся соединение угла места; *3* — вращающееся соединение головки антенны; *4* — внутренний проводник фидера; *5* — соединение с переходным устройством передатчика; *6* — соединение с антенной

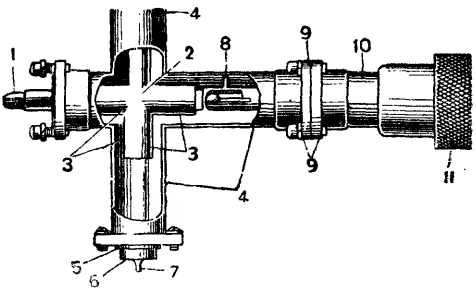


Рис. 47. Переходное устройство передатчика:

1 — штепсельное соединение с фидером; *2* — Т-образное разветвление; *3* — утолщенный участок внутреннего проводника; *4* — внешний проводник; *5* — резиновая прокладка; *6* — соединение с разрядной камерой; *7* — виток связи; *8* — ниппельное соединение; *9* — разъемное соединение переходного устройства; *10* — соединительная втулка; *11* — накидная гайка

13. АНТЕННЫЙ КОММУТАТОР

Переходное устройство передатчика

Переходное устройство передатчика изображено на рис. 47. Выход генератора выполнен в виде коаксиальной линии. Накидная гайка переходного устройства навинчивается на внешний проводник выходной линии магнетронного генератора. Внутренний проводник этой линии захватывается пружинным приспособлением внутреннего проводника переходного устройства. Переходное устройство оканчивается Т-образным разветвлением, от которого один фидер идет к антенне, а другой — к разрядной камере. Ответвление к разрядной камере оканчивается петлей связи.

При отсутствии генерации отрезок фидера между Т-образным разветвлением и генератором представляет большое сопротивление для приема отраженных от цели сигналов, благодаря чему эти сигналы вначале поступают в разрядную камеру, а затем на приемник, минуя цепь генератора.

Разрядная камера (полый резонатор)

Разрядная камера изображена на рис. 48—54. Основной частью ее является газонаполненная разрядная лампа, показанная на рис. 48. В лампу впаяны два медных диска, выступающих снаружи лампы в виде двух параллельных колец. Внутри лампы на медных дисках имеются полые конусы, вершины которых разделены небольшим

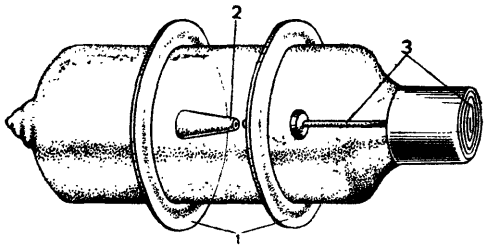


Рис. 48. Разрядная лампа антенного коммутатора:
1 — медные диски; *2* — разрядные конусы; *3* — электрод поджига

зазором. Внутри одного из конусов помещается электрод, к которому подведено от выпрямителя модулятора напряжение около 700 *в* (относительно дисков). Это напряжение облегчает возникновение разряда при появлении между конусами напряжения высокой частоты во время генерации передатчика.

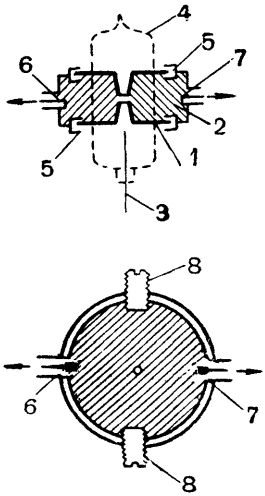


Рис. 49. Схема устройства разрядной камеры:
1 — медные диски с конусами; *2* — полый резонатор; *3* — электрод поджига; *4* — баллон разрядной лампы; *5* — съемные полукольца; *6* и *7* — витки связи; *8* — настроечные винты

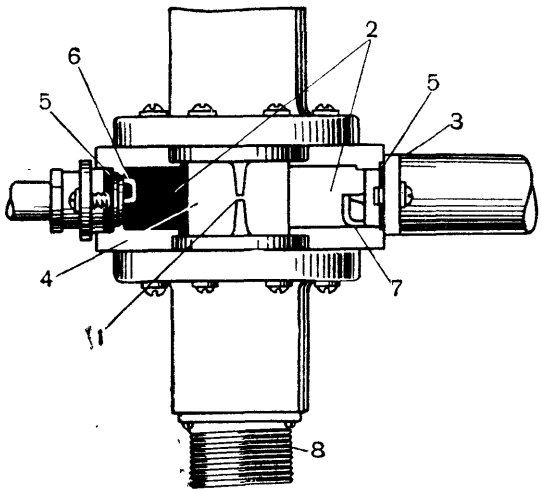


Рис. 50. Устройство разрядной камеры:
1 — разрядные конусы медных дисков; *2* — полый резонатор; *3* — фланец соединения с переходным устройством; *4* — баллон разрядной лампы; *5* — резиновые прокладки; *6* — виток связи с первым детектором; *7* — виток связи с переходным устройством; *8* — вывод электрода поджига

Внешние съемные полукольца, надеваемые на медные диски разрядной лампы, образуют вместе с лампой полость (рис. 49), являющуюся объемным контуром (полым резонатором) разрядной камеры. Настройка резонатора на частоту генератора производится путем изменения внутренних размеров полости при помощи двух регулировочных винтов, ввернутых с противоположных сторон полости.

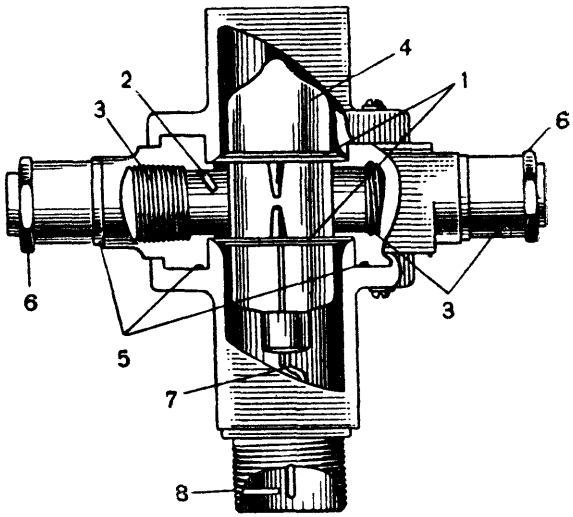


Рис. 51. Устройство разрядной камеры:

1 — медные диски с разрядными конусами; *2* — полый резонатор; *3* — настроечные винты; *4* — баллон разрядной лампы; *5* — резиновые прокладки; *6* — контргайки настроечных винтов; *7* — электрод поджига; *8* — вывод электрода поджига

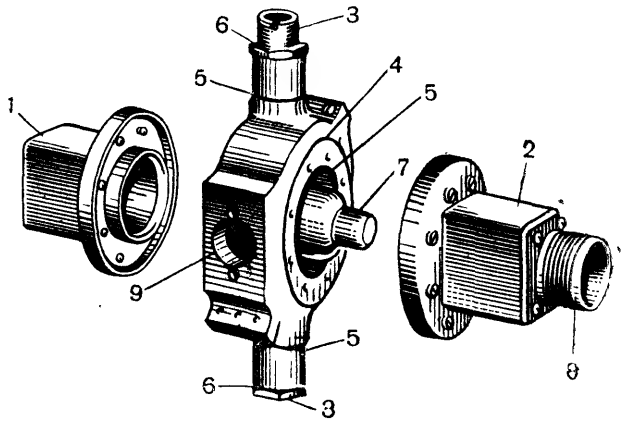


Рис. 52. Разрядная камера со снятыми верхней и нижней частями:

1 — верхняя часть разрядной камеры; *2* — нижняя часть разрядной камеры; *3* — настроечные винты; *4* — съемные полукольца; *5* — резиновые прокладки; *6* — контргайки настроечных винтов; *7* — электрод поджига разрядной лампы; *8* — вывод электрода поджига; *9* — отверстие для витка связи с первым детектором

Электромагнитная энергия высокой частоты подается в резонатор через петлю связи (рис. 50), которой оканчивается отрезок фидера, ведущий к Т-образному разветвлению. Петля связи прочно укреплена на месте винтами, проходящими через фланец на конце

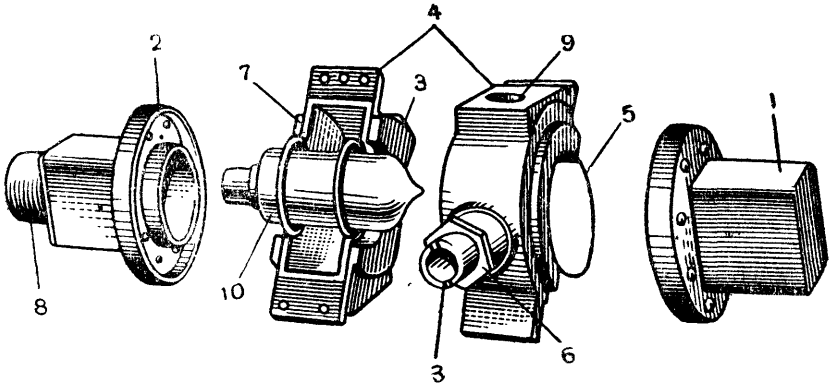


Рис. 53. Разрядная камера в полуразобранном виде:

1 — верхняя крышка; *2* — нижняя крышка; *3* — настроечный винт; *4* — съемные полукольца; *5* — резиновая прокладка; *6* — контргайки настроечных винтов; *7* — резиновая прокладка между съемными полукольцами; *8* — вывод электрода поджига; *9* — отверстие для витка связи с первым детектором; *10* — разрядная лампа

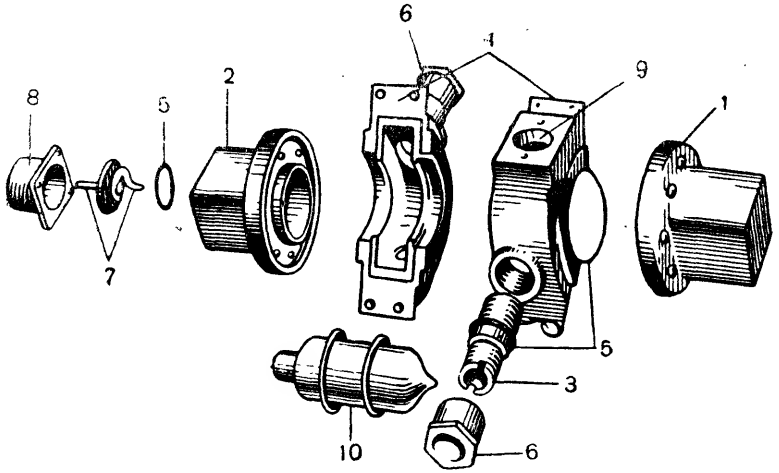


Рис. 54. Разрядная камера в разобранном виде:

1 — верхняя крышка; *2* — нижняя крышка; *3* — настроечные винты; *4* — съемные полукольца; *5* — резиновые прокладки; *6* — контргайки настроечных винтов; *7* — контакт электрода поджига; *8* — вывод электрода поджига; *9* — отверстие для витка связи с первым детектором; *10* — разрядная лампа

фидера, и не настраивается. Связь разрядной камеры с первым детектором приемника осуществляется через вторую петлю связи, входящую в камеру с противоположной стороны. Эту петлю можно поворачивать для регулировки связи.

Все остальные элементы разрядной камеры показаны на рис. 51—54.

Эквивалентная схема разрядной камеры показана на рис. 55. Полый резонатор представлен на нем в виде эквивалентного электрического контура, состоящего из индуктивности и емкости. Зазор между конусами изображен в виде искрового промежутка. Если резонатор настроен (с помощью винтов настройки) на частоту передатчика, то поступающее в камеру при посредстве петли связи *2* напряжение отраженного сигнала через контур передается в петлю связи *3* и далее на первый детектор приемника (рис. 55,*А*).

Во время генерирования импульса передатчиком разрядная камера действует иначе. Часть энергии импульса передатчика, поступающая в ответвление приемника, достигает разрядной камеры и вызывает пробой промежутка между конусами в лампе. Вследствие этого настройка контура, а следовательно, и связь между фидером и приемником нарушается, в результате чего импульс передатчика не попадает в приемник. Длина отрезка фидера от Т-образного разветвления до разрядной камеры такова, что при проводящей разрядной лампе он имеет очень большое входное сопротивление. Благодаря этому в разрядную камеру поступает только незначительная часть энергии, генерируемой передатчиком. Эта энергия поддерживает горение дуги и вызывает появление отметки прямого импульса генератора на экранах трубок отметчиков дальности и трубки отметчика кругового обзора.

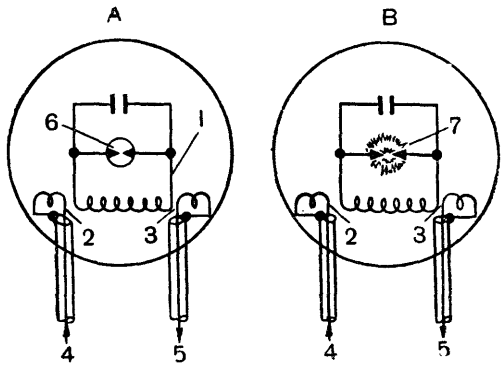


Рис. 55. Эквивалентная схема разрядной камеры:

А — настроенный полый резонатор; *В* — полый резонатор, расстроенный разрядом между электродами (конусами); *1* — эквивалентная схема полого резонатора; *2* — петля связи с переходным устройством передатчика; *3* — петля связи с первым детектором; *4* — входное напряжение от передатчика; *5* — выходное напряжение к первому детектору; *6* — разрядный промежуток при отсутствии разряда; *7* — разряд между конусами при наличии напряжения от передатчика на входе

С прекращением импульса разрядная лампа гаснет и объемный контур возвращается в первоначальное состояние резонанса, обеспечивая малое входное сопротивление отрезка фидера, ведущего к разрядной камере. В промежутках между импульсами генератора в результате действия переходного устройства отраженный сигнал поступает через разрядную камеру на вход приемника, минуя цепь передатчика.

14. ГОЛОВКА АНТЕННЫ

Детали головки антенны показаны на рис. 56 и 57.

Головка антенны, заключенная в кожух из пластмассы, состоит из вибратора, отражающего диска и фидера, служащего для питания

вибратора. Часть фидера, находящаяся непосредственно в головке антенны, подключается к основному питающему фидеру через вращающееся соединение, которое позволяет осуществлять питание головки антенны при ее вращении.

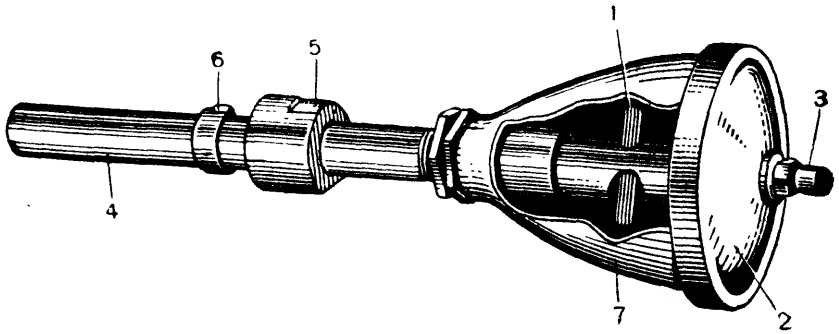


Рис. 56. Устройство головки антенны:

1 — вибратор; *2* — отражающий диск; *3* — колпачок; *4* — отрезок фидера; *5* — накидная гайка; *6* — ключ соединения головки с питающим фидером; *7* — кожух из пластмассы

Вибратор, длина которого равна приблизительно половине длины волны, состоит из двух частей. Одна из них припаяна к внешнему проводнику фидера, другая проходит через вырезанное во внешнем проводнике отверстие и припаяна к внутреннему проводнику фидера. Слева от вибратора (рис. 57) расположен отрезок трубки, окружающий (в виде стакана) внешний проводник фидера. Этот отрезок служит для того, чтобы обеспечить питание вибратора от коаксиального

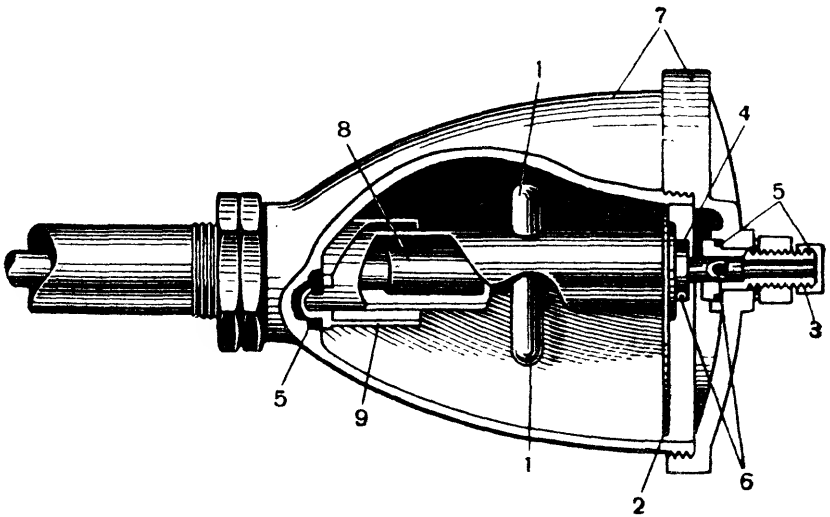


Рис. 57. Детали устройства головки антенны:

1 — вибратор; *2* — отражающий диск; *3* — колпачок; *4* — медная пробка; *5* — резиновые прокладки; *6* — отверстия для прохода воздуха; *7* — кожух из пластмассы; *8* — утолщение внутреннего проводника фидера; *9* — четвертьволновый стакан

фидера. Внутренний проводник фидера вблизи вибратора имеет утолщение. Это утолщение играет роль трансформатора, согласующего волновое сопротивление фидера с сопротивлением излучения вибратора.

Справа от вибратора фидер закорочен медной пробкой. Этот участок фидера представляет собой опорный шлейф с большим входным сопротивлением для токов высокой частоты. К закорачивающей медной пробке припаян отражающий диск. Внутренний

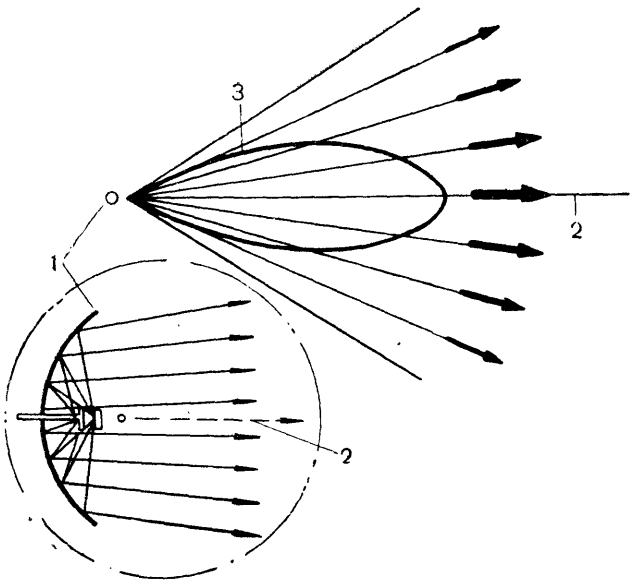


Рис. 58. Распространение энергии, излучаемой антенной:
1 — антенна; *2* — ось параболического отражателя; *3* — диаграмма направленности антенны

проводник фидера продолжается несколько дальше и выступает через крышку кожуха. На выступающем конце имеется резьба, на которую навинчивается колпачок. Колпачок снимается на время продувания фидера с помощью дегидратора сухим воздухом.

Отражающий диск направляет падающую на него часть излучаемой вибратором энергии к поверхности параболоида. Отраженная параболоидом энергия концентрируется в узкий пучок. Направление распространения энергии в результате совместного действия вибратора, отражающего диска и параболоида показано на рис. 58. Получаемая при этом диаграмма направленности антенны показана на рис. 58 вверху. Толщина стрелок указывает на относительное количество излучаемой энергии в разных направлениях. Ширина диаграммы направленности составляет примерно 4°. Влияние отклонения цели от оси диаграммы на силу принимаемого станцией отраженного сигнала показано на рис. 59.

Из-за несимметричности обеих половин вибратора ось направленного излучения антенны не совпадает с осью параболоида, а отклонена от нее приблизительно на 1,25°; вследствие этого при вращении головки антенны ось электромагнитного луча описывает конус

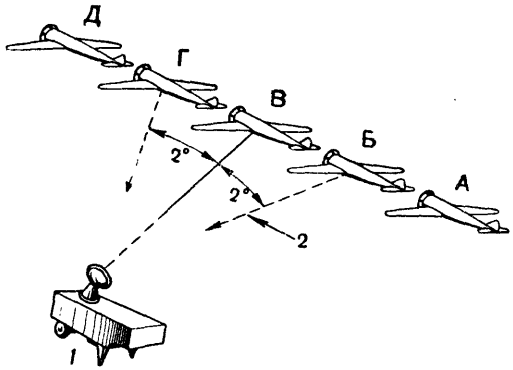


Рис. 59. Отражение радиоволн при различных положениях цели относительно оси параболоида:

1 — станция SCR-584; *2* — отраженные от цели сигналы; *А*, *Д* — отраженные сигналы равны нулю; *Б*, *Г* — слабые отраженные сигналы; *В* — сильные отраженные сигналы

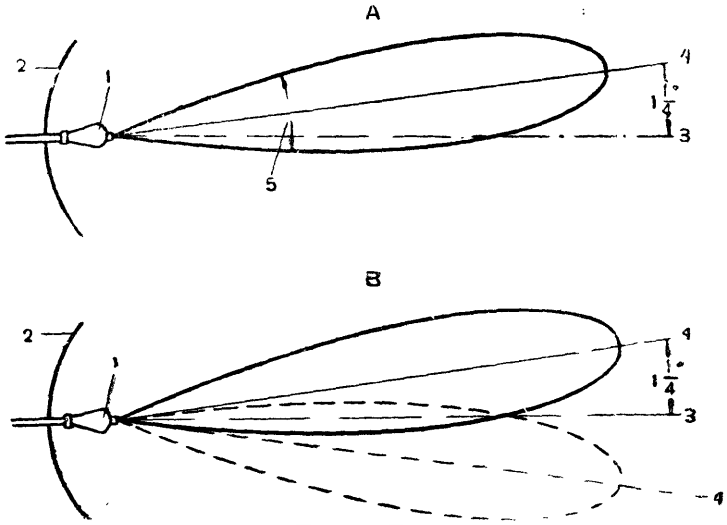


Рис. 60. Положения диаграммы направленности антенны при неподвижном и вращающемся вибраторе:

А — вибратор неподвижен; *В* — вибратор вращается; *1* — вибратор; *2* — параболический отражатель; *3* — ось параболического отражателя; *4* — ось диаграммы направленности; *5* — ширина диаграммы (4°)

вокруг оси параболоида. На рис. 60, *А* и *В* показаны положения диаграммы направленности в пространстве в случаях неподвижного (*А*) и вращающегося (*В*) вибратора.

ГЛАВА 4

ПРИЕМНИК

15. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Приемник радиолокатора SCR-584 служит для приема отраженных от цели импульсов электромагнитной энергии, усиления их до величины, необходимой для наблюдения и нормальной работы блоков управления антенной.

Приемник станции, супергетеродинного типа, состоит из шести отдельных элементов (рис. 61):

гетеродин (OSCILLATOR BC-1096-B);
первый детектор (CRYSTAL MIXER BC-1130-B);
предварительный усилитель (AMPLIFIER BC-1078-B);
главный усилитель (RADIO-RECEIVER BC-1056-B);
вынесенный видео-усилитель (AMPLIFIER BC-1074-B);
блок питания (RECTIFIER RA-66-B).

Полная скелетная схема приемника показана на рис. 62.

Отраженные от цели сигналы принимаются антенной и по фидеру через антенный коммутатор подаются на первый детектор, куда также подводятся незатухающие колебания от гетеродина с частотой, отличающейся от принимаемой на 30 *мггц*. В результате преобразования этих частот образуется промежуточная частота, равная 30 *мггц*; напряжение промежуточной частоты усиливается двумя каскадами предварительного усилителя, а затем тремя каскадами главного усилителя. После этого сигнал идет по двум каналам — каналу управления антенной и каналу дальности. Наличие двух каналов в главном усилителе вызвано необходимостью использовать сигналы, проходящие через приемник, для двух различных целей:

а) для получения изображения отметок целей на трубках дальности и кругового обзора (канал дальности);

б) для управления работой блока автоматического сопровождения (канал управления антенной).

Узкий селекторный импульс, поступающий с блока дальности, открывает канал управления на промежутки времени, в течение которых происходит прием сигналов от выбранной цели.

Вынесенный видео-усилитель предназначается для усиления сигналов, поступающих с канала дальности главного усилителя.

Напряжения на все элементы приемника (за исключением гетеродина, имеющего собственный источник питания) подаются от блока питания.

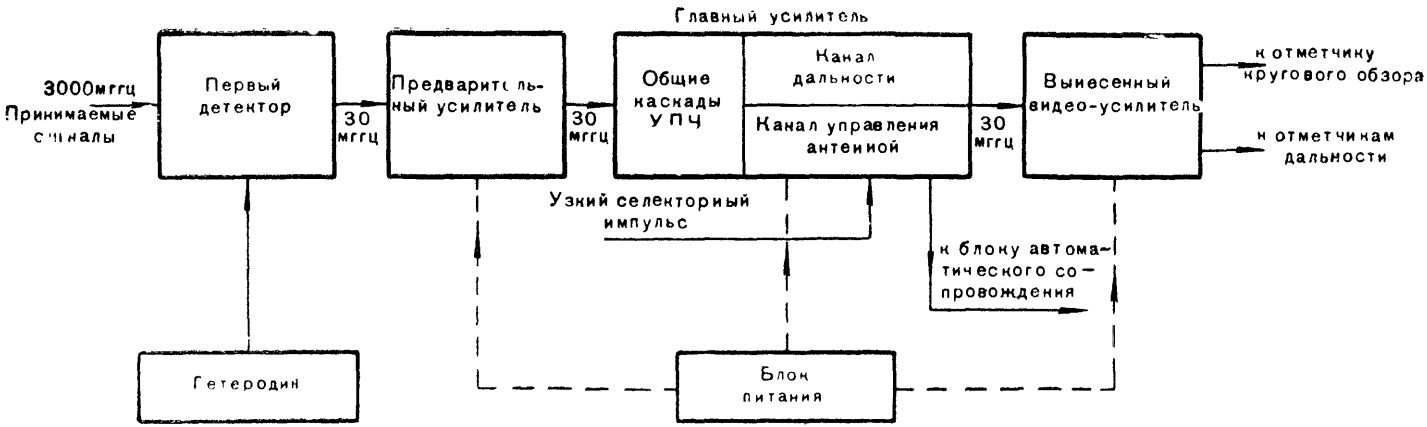


Рис. 61. Упрощенная скелетная схема приемника

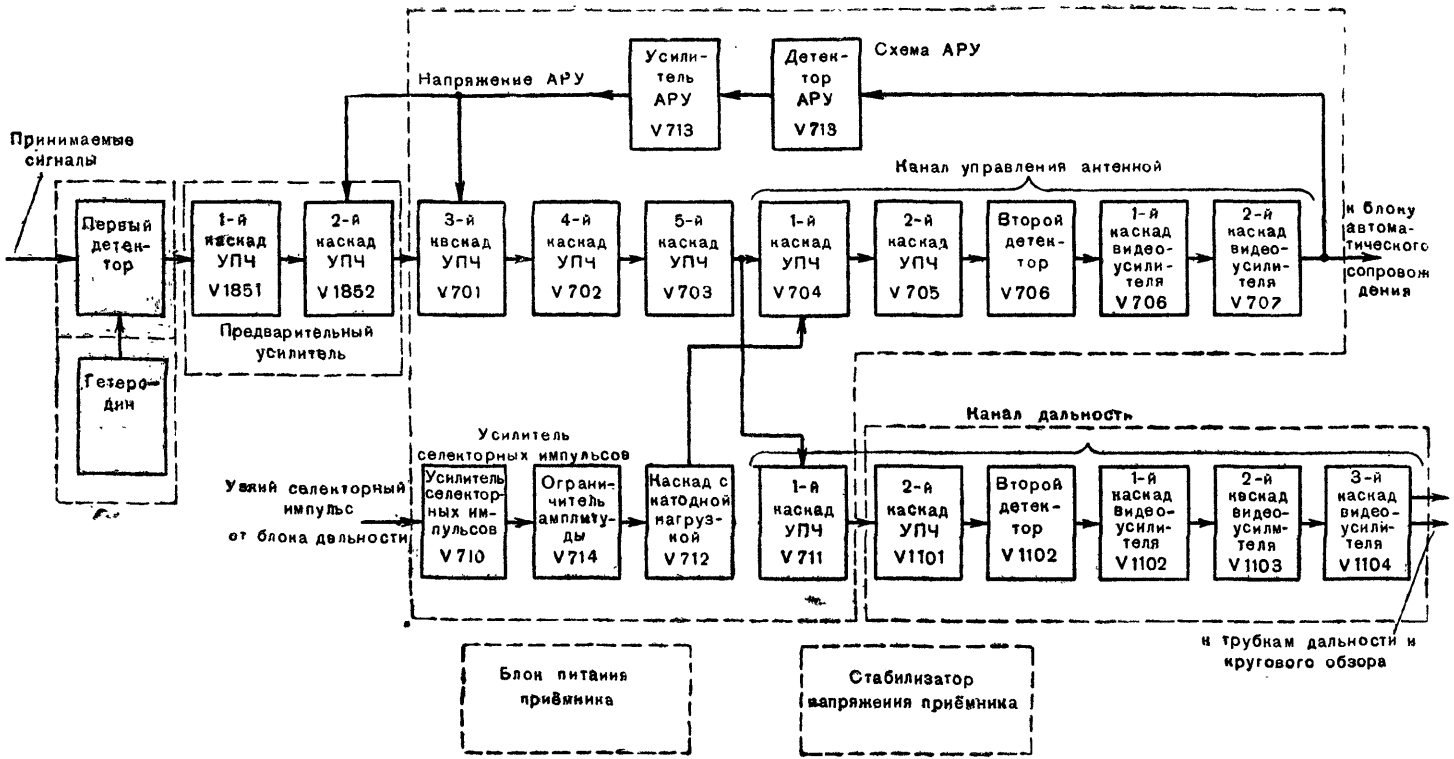


Рис. 62. Скелетная схема приемника

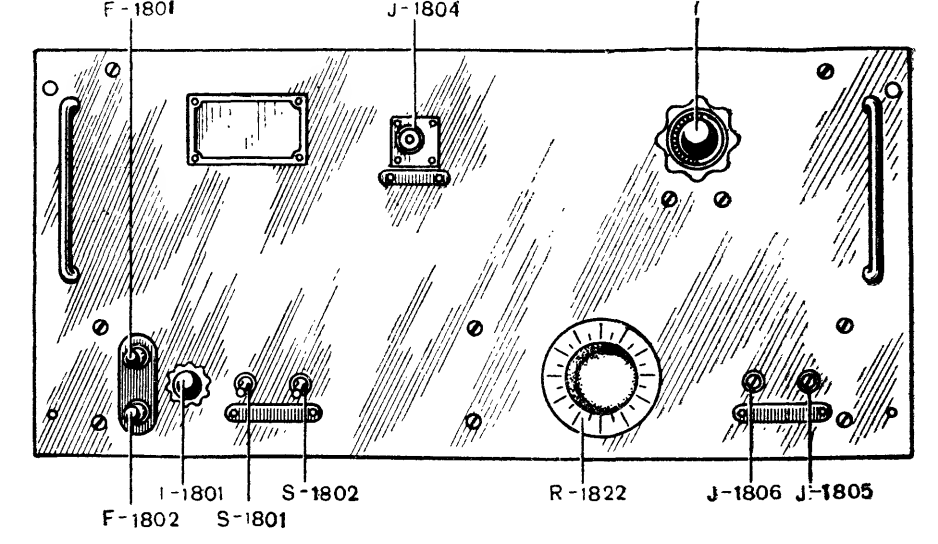


Рис. 63. Передняя панель блока гетеродина:

J1804, J1805, J1806 — измерительные гнезда; *1* — ручка настройки частоты клистрона; I1801 — сигнальная лампочка; S1801 — тумблер включения накала «FILAMENT»; S1802 — тумблер включения анодного напряжения «PLATE»; R1822 — регулятор напряжения рефлектора клистрона «REFLECTOR VOLTS»

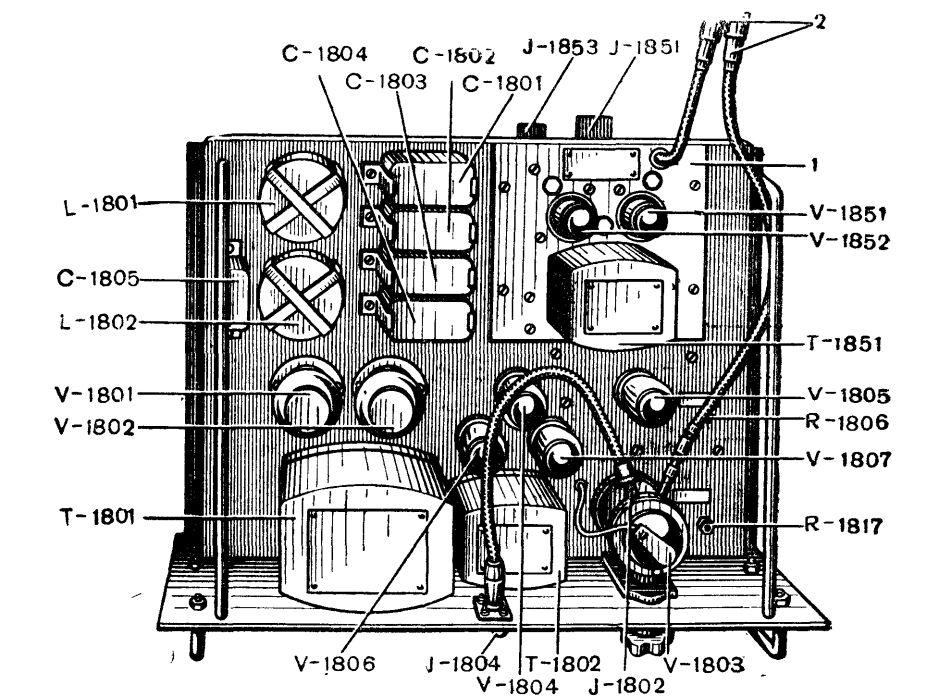


Рис. 64. Шасси блока гетеродина (вид сверху):

1 — шасси блока предварительного усилителя; *2* — высокочастотные кабели; R1806 — установочный регулятор напряжения рефлектора клистрона «COMP. VOLTS»; R1817 — регулятор напряжения управляющей сетки клистрона «GRID VOLTS»; J1804 — измерительное гнездо

Гетеродин выполнен в виде отдельного съемного блока и расположен в верхней части шкафа модулятора. Передняя панель и вид сверху на шасси блока показаны на рис. 63 и 64. В схеме гетеродина применена специальная лампа, называемая клистроном. На рис. 65 схематически изображено устройство отражательного клистрона типа 417, который применен в качестве гетеродина. Клистрон имеет

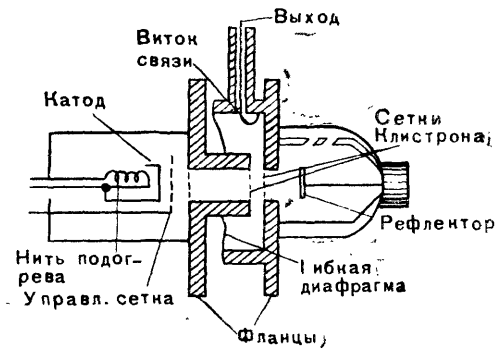


Рис. 65. Схематическое изображение клистрона

подогревный катод, управляющую сетку, полый резонатор (резонансный объемный контур), образованный двумя фланцами, соединенными между собой гибкой диафрагмой, и рефлектор. Клистрон снабжен октальным цоколем. Вывод рефлектора сделан сверху лампы. Выходное напряжение с клистрона снимается при помощи петли связи, введенной в резонатор, и подается на кристаллический детектор посредством короткого отрезка коаксиального кабеля. Второй виток связи (не показанный на рис. 65) соединен гибким кабелем с измерительным гнездом J1804, находящимся на передней панели гетеродина. Гнездо используется для контроля работы клистрона.

Принцип действия отражательного клистрона

Электроны, излучаемые катодом клистрона, формируются в пучок так же, как и в обычной электронно-лучевой трубке. Электронный пучок проходит через сетки объемного контура в направлении к рефлектору. Отрицательное напряжение на рефлекторе, отталкивая электроны, замедляет их движение и заставляет вернуться обратно через сетки объемного контура. Колебания в резонаторе сопровождаются переменными электрическими токами, текущими по внутренней поверхности стенок резонатора клистрона. Во время этих колебаний на сетках полого резонатора образуется переменный заряд, что вызывает переменное электрическое поле между сетками, изменяющее скорость электронов в пучке в то время, когда он проходит через сетки. В результате этого воздействия в электронном

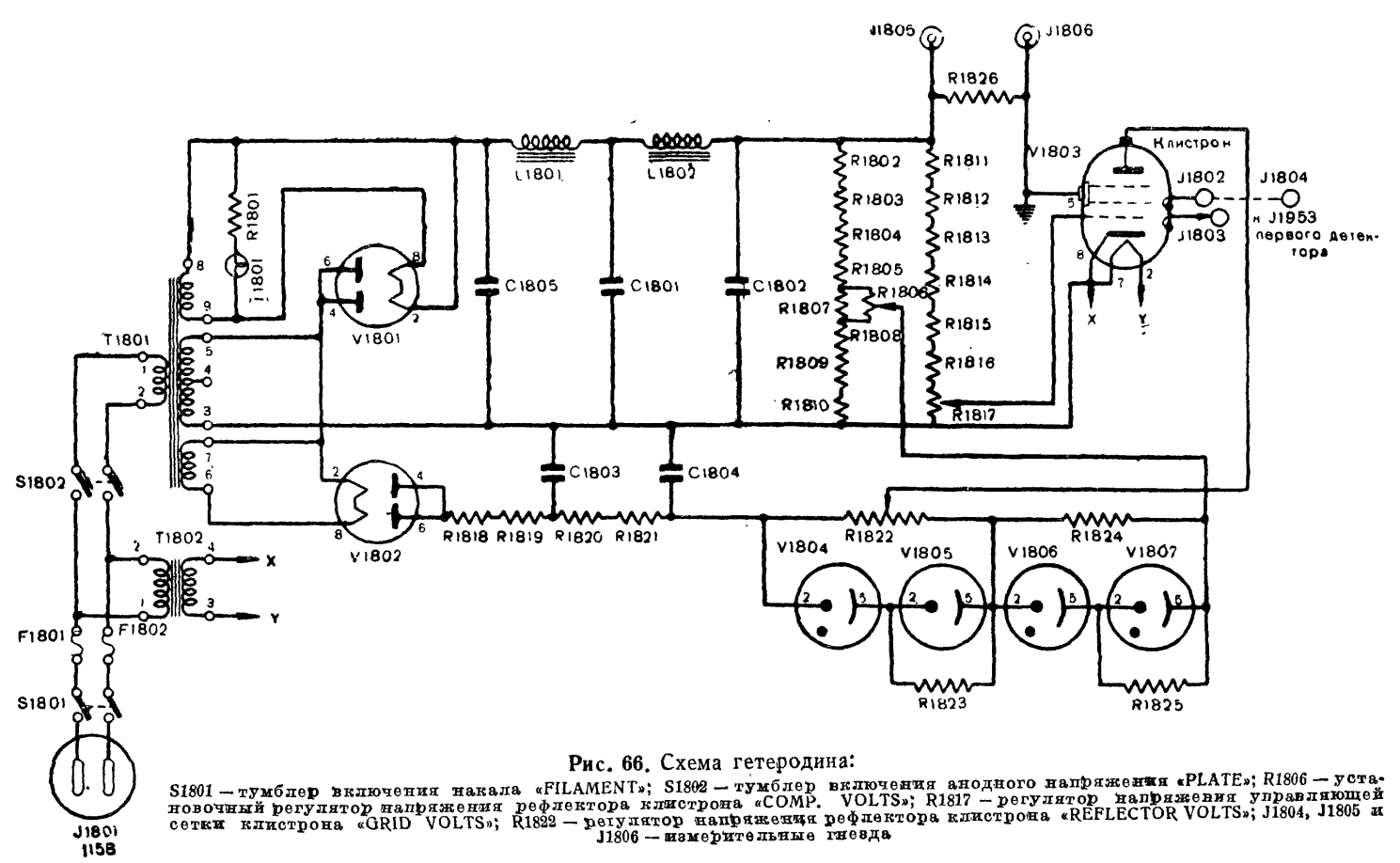


Рис. 66. Схема гетеродина:

S1801 — тумблер включения накала «FILAMENT»; S1802 — тумблер включения анодного напряжения «PLATE»; R1806 — установочный регулятор напряжения рефлектора клистрона «COMP. VOLTS»; R1817 — регулятор напряжения управляющей сетки клистрона «GRID VOLTS»; R1822 — регулятор напряжения рефлектора клистрона «REFLECTOR VOLTS»; J1804, J1805 и J1806 — измерительные гнезда

пучке образуются отдельные группы электронов. Эти группы электронов отталкиваются полем рефлектора и на своем обратном пути запаздывают настолько, что оказываются между сетками в момент появления тормозящего поля и поэтому усиливают колебания в контуре. Возникновение колебаний происходит с началом прохождения электронного пучка через сетки объемного контура (резонатора) в результате резкого изменения электрического состояния внутри него.

Первоначально возникшие слабые колебания быстро нарастают вследствие того, что отраженные полем рефлектора группы электронов усиливают их. Усиление и поддержание колебаний зависят от настройки контура, расстояния между сетками и величин напряжений, приложенных к электродам лампы. Резонансная частота объемного контура и, следовательно, частота гетеродина зависят от размеров резонатора и расстояния между сетками. Изменению размеров контура соответствует изменение действующей емкости и индуктивности резонансного контура, эквивалентного объемному. Грубая настройка контура достигается путем изменения расстояния между фланцами, что в свою очередь приводит к изменению расстояния между сетками. Фланцы удерживаются тремя пружинами и могут перемещаться при помощи трех винтов, расположенных на поверхности фланцев. Это перемещение фланцев, т. е. настройка клистрона, обеспечивается наличием гибкой диафрагмы и регулировочных винтов. Точная настройка осуществляется наклоном одного фланца относительно другого при помощи ручки настройки, расположенной на передней панели блока гетеродина. Если необходимая частота находится вне пределов настройки, обеспечиваемой этой ручкой, то установка частоты, как уже было сказано, производится винтами, регулирующими перемещение фланцев. Для понижения частоты гетеродина винты поворачиваются так, чтобы расстояние между сетками уменьшилось. Для повышения частоты расстояние между сетками необходимо увеличить. Винты надо вращать с таким расчетом, чтобы фланцы сохраняли свое взаимно параллельное положение. Необходимо по возможности избегать частой перестройки гетеродина во избежание повреждения гибкой диафрагмы.

Применяемый в качестве гетеродина клистрон имеет следующие параметры:

Пределы настройки	8,8—11 *см*
Выходная мощность	25—60 *мвт*
Напряжение на катоде	—500 ÷ — 600 *в* (по отношению к земле)
Напряжение на управляющей сетке	+ 10 ÷ + 20 *в* (относительно катода)
Напряжение на рефлекторе	0 ÷ — 210 *в* (относительно катода)
Объемный контур (полый резонатор)	Заземлен
Ток в пучке	20 *ма*
Ток управляющей сетки	3—5 „
Напряжение накала	6,3 *в*
Ток накала	1,3 *а*

Наличие колебаний в гетеродине и интенсивность их определяются при помощи прибора M701 «CRYSTAL CURRENT», измеряющего ток в цепи кристаллического детектора. Этот прибор расположен на передней панели главного усилителя. Нормальная величина тока, показываемая прибором, должна быть около 0,4 *ма*. Прибор не будет давать показаний при отсутствии колебаний гетеродина. В течение первых 10—15 минут после включения частота клистрона может измениться на несколько мегагерц вследствие расширения резонатора, обусловленного изменением температуры внутри блока. При установившемся тепловом режиме частота клистрона меняется не более чем на 300 *кгц* (0,01%).

Устойчивость колебаний клистрона зависит от положения ручки регулировки напряжения на сетке «GRID VOLTS» (находящейся на шасси гетеродина) и ручки регулировки напряжения на рефлекторе «REFLECTOR VOLTS» (на передней панели гетеродина). Колебания будут происходить при различных положениях этих ручек. При помощи ручки регулировки напряжения на сетке подбирается нужная сила тока в пучке; нормальная сила этого тока, измеренная между гнездами J1805 и J1806 (на передней панели гетеродина), должна быть равна 20 *ма*. Измерением напряжения между гнездами J1805 и J1806 определяется разность потенциалов на зажимах сопротивления R1826 (рис. 66). Ручка регулировки напряжения на рефлекторе устанавливается на максимальный ток по прибору «CRYSTAL CURRENT». Если колебания возникают при двух положениях этой ручки, то следует выбрать положение, смещенное относительно другого по часовой стрелке. Такая установка ручки будет соответствовать большему отрицательному напряжению на рефлекторе.

Питание гетеродина

Выпрямители питания клистрона расположены на шасси блока гетеродина. Схема гетеродина и источников питания показана на рис. 66.

При помощи тумблера S1801 «FILAMENT» включается переменное напряжение на первичную обмотку трансформатора накала T1802. Тумблер S1802 «PLATE» включает переменное напряжение на первичную обмотку трансформатора T1801, который питает выпрямители клистрона. Оба тумблера расположены на передней панели блока гетеродина. Выпрямительное устройство для питания клистрона состоит из двух однополупериодных выпрямителей, работающих на лампах типа 5U4G (лампы V1801 и V1802). Выпрямленное напряжение (примерно 575 *в*) с выпрямителя, работающего на лампе V1801, подается на группу последовательно соединенных сопротивлений (от R1811 до R1817 включительно). С потенциометра R1817 «GRID VOLTS», включенного в эту группу, снимается напряжение на управляющую сетку. Напряжение между рефлектором и катодом состоит из двух слагающих. Одна часть образуется напряжением, создаваемым кенотроном V1802 и стабилизированным четырьмя лампами типа VR-105-30 (стабиловольты). Это напряжение устанавливается ручкой потенциометра R1822 «REFLECTOR

VOLTS», расположенной на передней панели гетеродина. Другая часть напряжения (нестабилизированная) образуется падением напряжения на группе сопротивлений, входящих в потенциометр выпрямителя с лампой V1801, и устанавливается ручкой потенциометра R1806 «COMP. VOLTS», расположенной на шасси гетеродина (рис. 64). При изменении положения ручки «COMP. VOLTS» требуется регулировка ручкой «REFLECTOR VOLTS». Частота колебаний клистрона зависит в основном от размеров объ-

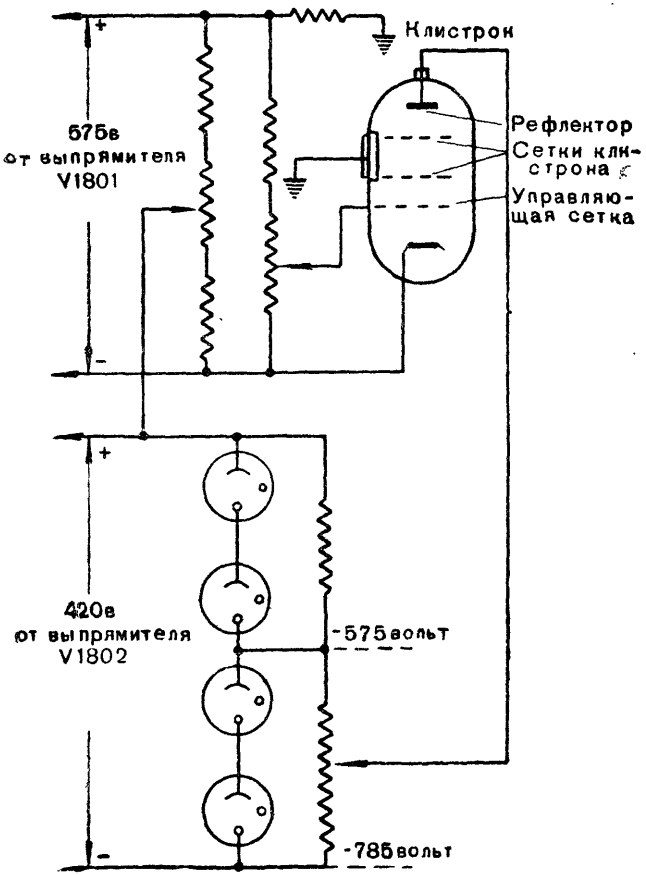


Рис. 67. Упрощенная схема гетеродина

емного контура и в незначительной степени от напряжений на электродах. Изменения напряжения на рефлекторе в 3½ раза больше влияют на частоту колебаний, чем изменения напряжения на катоде. Эта зависимость учтена при разработке схемы питания, показанной упрощенно на рис. 67. Часть ускоряющего напряжения, действующего между катодами и сетками объемного контура, подается на рефлектор последовательно с напряжением, получаемым от выпрямителя с лампой V1802. Если напряжение катод — земля

изменится, то это приведет к соответственному изменению потенциала рефлектора, благодаря чему частота клистрона останется неизменной.

17. ПЕРВЫЙ ДЕТЕКТОР

Назначение первого детектора состоит в том, чтобы из двух частот сигнала и гетеродина создать третью частоту—промежуточную, которая усиливается в последующих каскадах приемника. Частота клистрона отличается от частоты сигнала на величину промежуточной частоты (30 *мггц*), которая и выделяется в дальнейших цепях.

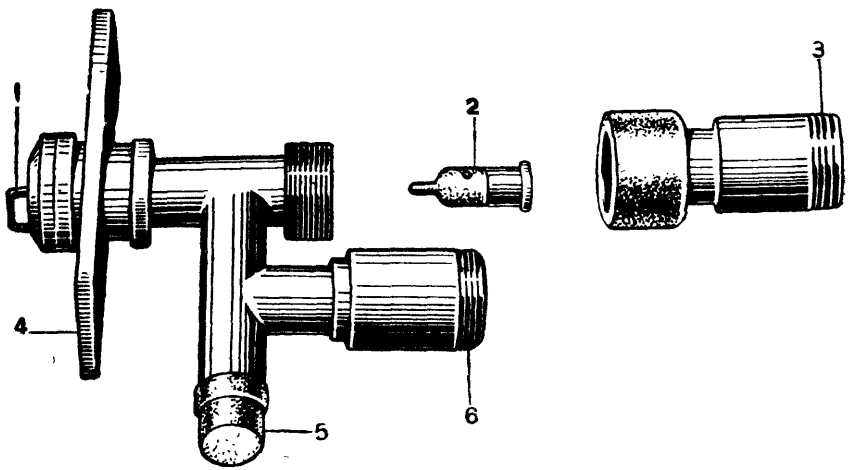


Рис. 68. Детали устройства первого детектора:
1 — петля связи с разрядной камерой; *2* — патрон с кристаллом; *3* — выходное соединение (к предварительному усилителю); *4* — опорная пластина; *5* — ручка регулировки связи с гетеродином; *6* — выходное соединение (с клистроном)

В состав первого детектора входят следующие элементы:

а) силиконовый кристалл;

б) объемный контур, настроенный на частоту передатчика;

в) петля связи объемного контура с разрядной камерой антенного коммутатора;

г) линия связи с клистроном.

Детали устройства и схематическое изображение первого детектора показаны на рис. 68, 69 и 70.

Первый детектор расположен на верху шкафа модулятора, между антенным коммутатором и блоком гетеродина.

Работу первого детектора удобно проследить по схеме на рис. 70. Петля связи введена в разрядную камеру антенного коммутатора в том месте, где напряженность поля максимальна. Напряжение сигнала с этой петли попадет в полый резонатор, резонансная частота которого соответствует примерно 3 000 *мггц*. Виток на входе резонатора обладает малым сопротивлением. На выходе резонатора нагрузкой является кристалл, обладающий сравнительно

высоким сопротивлением. Полый резонатор детекторного каскада выполняет роль переходного повышающего трансформатора, который передает напряжение высокой частоты на кристалл. Напряжение гетеродина подается в резонатор детектора через маленькую емкость, образуемую диском на конце регулятора связи.

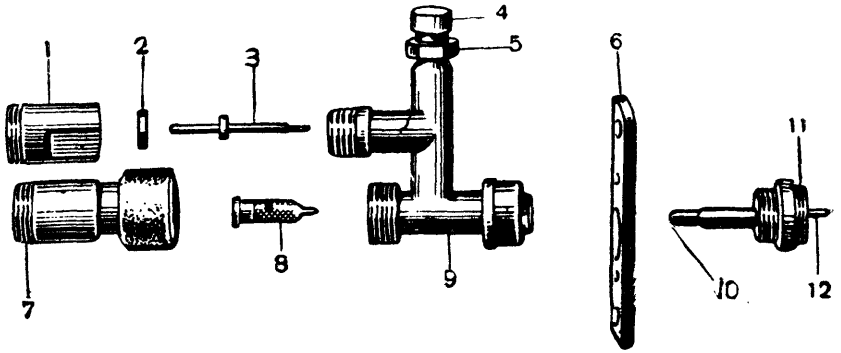


Рис. 69. Детали устройства первого детектора:

1 — накидная муфта; *2* — изоляционная шайба; *3* — внутренний проводник; *4* — ручка регулировки связи с гетеродином; *5* — контргайка; *6* — опорная пластина; *7* — выходное соединение с накидной гайкой; *8* — патрон с кристаллом; *9* — корпус первого детектора; *10* — контакт; *11* — резиновая шайба; *12* — петля связи

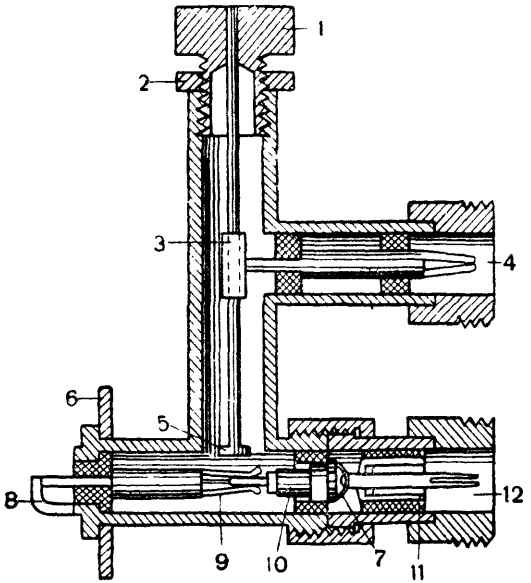


Рис. 70. Первый детектор в разрезе:

1 — ручка регулировки связи с гетеродином; *2* — контргайка; *3* — скользящий контакт; *4* — входное соединение (с клистроном); *5* — диск связи с гетеродином; *6* — опорная пластина; *7* — пружинный контакт; *8* — петля связи; *9* — пружинный контакт; *10* — патрон с кристаллом; *11* — металлический колпачок, образующий блокировочный конденсатор; *12* — выходное соединение

Напряжение принимаемых сигналов мало по сравнению с напряжением, поступающим от гетеродина, поэтому связь первого детектора с антенной выбрана сильной, а связь с гетеродином слабой. При необходимых регулировках гетеродина диск связи гетеродина с детектором следует сперва удалить из резонатора на возможно большее расстояние, после чего, медленно вращая винт регулятора связи, установить нормальный ток кристалла (по прибору CRYSTAL CURRENT), равный 0,4 *ма*. Указанная регулировка производится только в случае крайней необходимости.

Крепление кристалла внутри полого резонатора произведено следующим образом. Патрон кристалла удерживается при помощи изолирующей шайбы. Короткий металлический штырек на конце патрона, охватываемый пружинным контактом, служит для связи кристалла с резонатором. Металлическое основание патрона осуществляет контакт с внутренним проводником коаксиальной линии, соединяющей детектор с предварительным усилителем промежуточной частоты. На внутренний проводник надет металлический колпачок. Конденсатор, образуемый металлическим колпачком и внешним проводником выходной линии, служит в качестве блокировочного в цепи первого детектора.

18. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Предварительный усилитель промежуточной частоты смонтирован на шасси блока гетеродина (рис. 64). Он служит для предварительного усиления напряжения сигналов, поступающих по кабелю на вход главного усилителя. Предварительный усилитель состоит из двух каскадов и располагается в непосредственной близости к первому детектору, с тем чтобы уменьшить потери в соединительном кабеле. Схема предварительного усилителя дана на рис 71. Напряжение сигнала промежуточной частоты с детекторного устройства подается на катушку связи высокочастотного трансформатора T1852. Цепь первичной обмотки этого трансформатора настроена в резонанс на частоту 30 *мггц*, и поэтому изменение длины кабеля, соединяющего предварительный усилитель с первым детектором, расстраивает цепь и приводит к уменьшению отношения сигнала к шумам. Вторичная обмотка трансформатора T1852 вместе с входной емкостью лампы V1851 и емкостью монтажа образует колебательный контур, настроенный в резонанс на промежуточную частоту с помощью сердечника, находящегося внутри катушки. Анодной нагрузкой первого каскада является сопротивление R1854. Напряжение промежуточной частоты с первого каскада усилителя промежуточной частоты (УПЧ) через переходную емкость C1857 поступает на сетку лампы второго каскада УПЧ, работающего на пентоде типа 6AC7 (V1852). Катушка индуктивности L1853 вместе с входной емкостью лампы V1852 и выходной емкостью лампы V1851 составляет колебательный контур, настроенный на промежуточную частоту с помощью сердечника катушки. На управляющую сетку лампы V1852 через развязывающий фильтр поступает напряжение смещения со схемы АРУ (автоматической регулировки усиления).

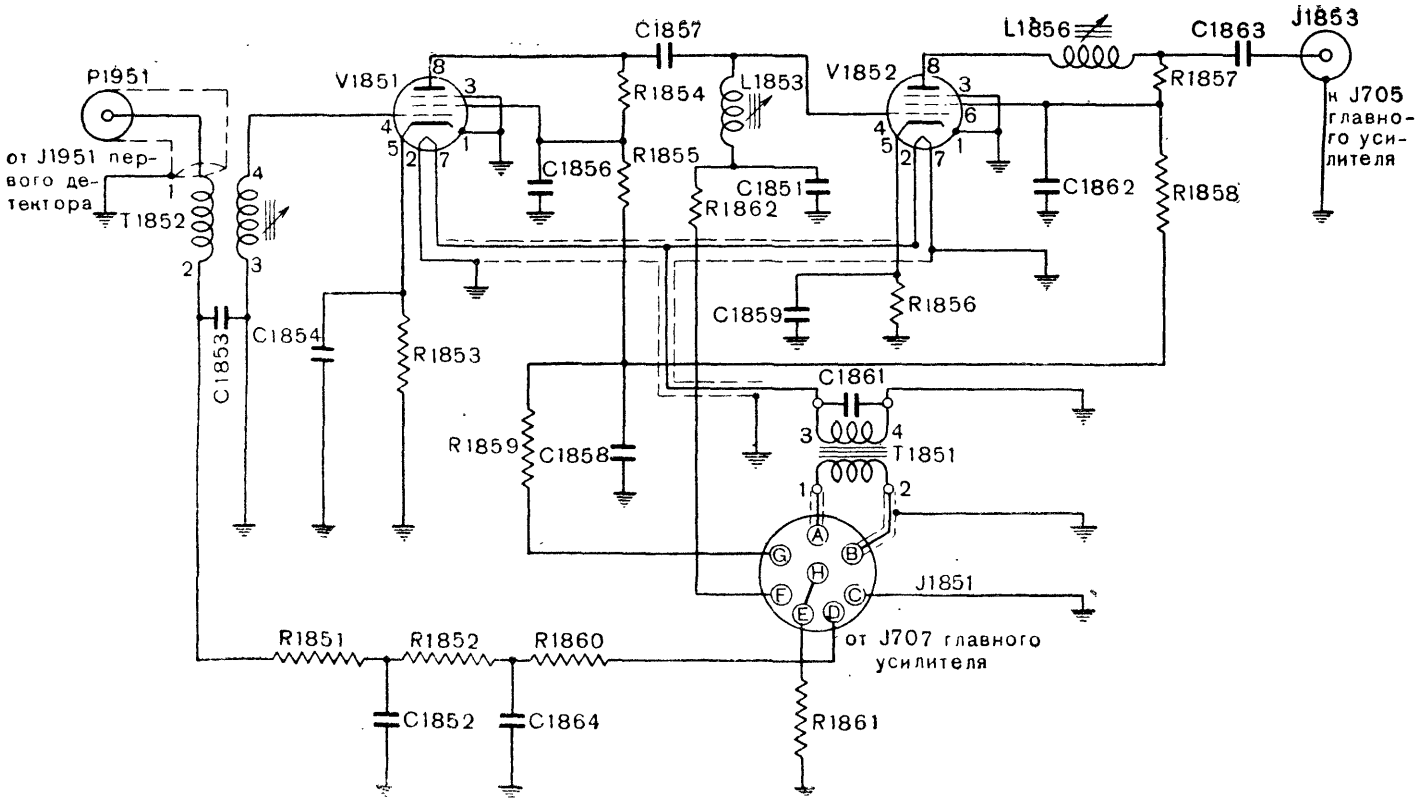


Рис. 71. Схема предварительного усилителя

Анод лампы V1852 через катушку индуктивности L1856 и конденсатор C1863 соединен с гнездом J1853. Настроенный анодный контур лампы V1852 образуется катушкой индуктивности L1856, выходной емкостью лампы и соединенным с ней последовательно входным импеданцем кабеля (соединяющего предварительный и главный усилители). Такая схема выходного каскада обеспечивает наименьшие потери сигнала при передаче его по кабелю. Напряжение на анод лампы V1852 подается через сопротивление R1857.

Питание накала ламп усилителя производится от трансформатора T1851. Для предотвращения попадания напряжения частоты питания в канал промежуточной частоты провода, подводящие напряжение накала, проложены в экране. Сопротивления R1851, R1852, R1860 совместно с конденсаторами C1852, C1864 служат для блокировки цепи измерения тока кристалла.

19. ГЛАВНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Главный усилитель выполнен в виде отдельного съемного блока и расположен в шкафу отметчиков. Вид передней панели и шасси показаны на рис. 72 и 73. Назначение главного усилителя заключается в усилении принимаемых сигналов по промежуточной и видеочастотам, причем он создает основную часть усиления всего приемного тракта. Упрощенная схема главного усилителя приведена на рис. 74.

Напряжение сигнала промежуточной частоты с выхода предварительного усилителя поступает через переходную колодку J705 на вход главного усилителя — управляющую сетку лампы V701. Сопротивление R701 (75 *ом*) является нагрузочным для коаксиального кабеля, соединяющего главный усилитель с предварительным. Первый, второй и третий каскады главного усилителя являются соответственно третьим, четвертым и пятым каскадами усиления промежуточной частоты всего приемного тракта. Каскады эти выполнены по резонансной схеме с колебательными контурами в цепях управляющих сеток и параллельным анодным питанием, работают они на лампах типа 6AC7 (V701, V702 и V703). В колебательные контуры каскадов, кроме индуктивностей L701, L702 и L703, входят междуэлектродные емкости ламп, емкости монтажа и междувитковые емкости катушек. Общая емкость контура, получающаяся на зажимах катушки, достигает 20 *мкмкф*. Замена лампы в каскаде может расстроить контур, поэтому ее следует производить только в случае необходимости. Индуктивность катушек можно изменять при помощи подвижных сердечников. Изменением индуктивности производится настройка контуров.

Автоматическое смещение со схемы АРУ поступает на управляющую сетку лампы V701 через сопротивление R750. Анодные цепи и цепи экранирующих сеток ламп V701, V702 и V703 питаются от стабилизатора напряжения, дающего 120 *в*.

После пятого каскада УПЧ приемника (лампа V703) приемный тракт разделяется на два канала — канал управления антенной и канал дальности. В канал управления антенной входят два каскада

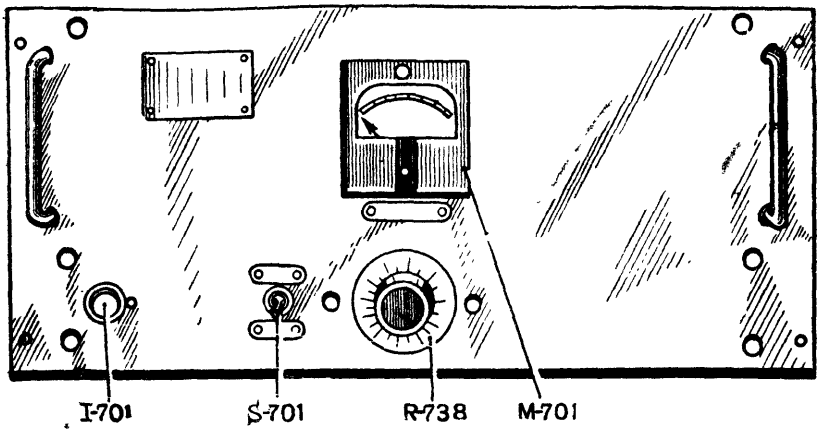


Рис. 72. Передняя панель главного усилителя:

M701 — миллиамперметр измерения тока кристалла первого детектора «CRYSTAL CURRENT»; I701 — сигнальная лампочка; S701 — тумблер включения АРУ «AGC»; R738 — регулятор усиления приемника «VOLUME»

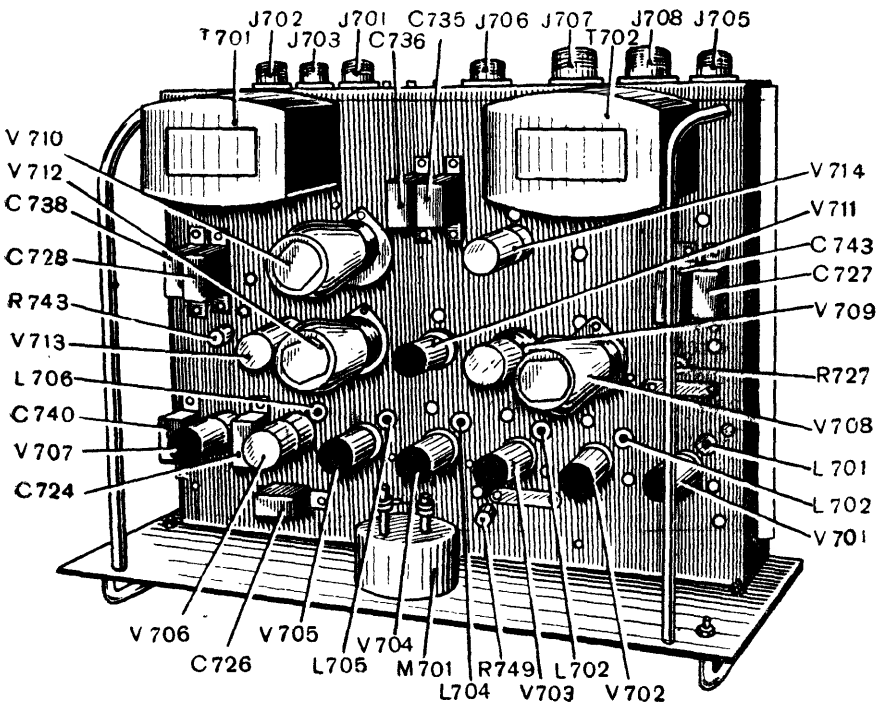


Рис. 73. Шасси блока главного усилителя (вид сверху):

M701 — миллиамперметр измерения тока кристалла первого детектора «CRYSTAL CURRENT»; R749 — регулятор усиления канала управления «SENSITIVITY CONTROL»; R743 — регулятор установки АРУ «AGC ADJ.»; R727 — регулятор стабилизатора «VOLT. REG. ADJ.»

УПЧ (лампы V704 и V705), второй детектор (левый триод лампы V706), два каскада видео-усилителя (правый триод лампы V706 и лампа V707). Канал дальности имеет несколько каскадов, но на шасси главного усилителя смонтирован только первый каскад (V711).

Выходное напряжение с пятого каскада УПЧ приемника (лампа V703) поступает на вход первого (селекторного) каскада канала управления антенной (лампа типа 6AC7—V704) через сопротивление R722. До подачи положительного импульса напряжения от усилителя селекторных импульсов анодный ток лампы V704 равен нулю, так как на ее электродах отсутствуют анодное и экранное напряжения. При подаче на анод и экранирующую сетку лампы кратковременного положительного импульса (около 106 *в*) лампа «открывается» на время действия его и передает сигнал на второй каскад канала (лампа V705). Момент подачи положительного импульса напряжения на анод и экранирующую сетку лампы V704 совпадает с моментом выработки узкого селекторного импульса в блоке дальности. Это обеспечивает усиление в канале управления антенной отраженных сигналов только от цели, выбранной оператором дальности. В сеточную цепь лампы V704 включено ограничительное сопротивление R722 (270 *ом*), снижающее нагрузку на лампу V703, так как лампа V704 в отсутствие селекторных импульсов ведет себя как диод. В цепь катода лампы V704 включено переменное сопротивление R749, при помощи которого можно регулировать усиление каскада, а следовательно, и всего канала управления антенной. Ось сопротивления R749 выведена на шасси и имеет на своем конце для удобства регулировки шлиц. Эта регулировка относится к каналу управления, однако при автоматическом сопровождении она влияет и на величину выходного напряжения канала дальности, так как:

а) при уменьшении сопротивления R749 возрастает усиление первого каскада УПЧ канала управления антенной, что повышает напряжение схемы АРУ приемника, входящей в канал управления;

б) действие АРУ будет выражаться в стремлении поддержать выходное напряжение канала управления антенной на постоянном уровне; поэтому усиление второго и третьего каскадов УПЧ приемника будет автоматически снижено;

в) при понижении усиления второго и третьего каскадов УПЧ приемника уменьшится выходное напряжение канала дальности вследствие того, что эти каскады являются общими для обоих каналов.

При увеличении сопротивления R749 вследствие указанных причин возрастает выходное напряжение канала дальности.

Сигнал, отраженный от цели, находящейся на выбранной оператором дальности, усиливается лампой V704 и подается на сетку лампы V705. После усиления лампой V705 напряжение сигнала промежуточной частоты подается на катод второго детектора, работающего на левом триоде лампы типа 6SN7-GT (V706). Схема триода, выполняющего роль второго детектора, несколько своеобразна. Сетка триода выполняет роль анода, а анод заземлен. Такая

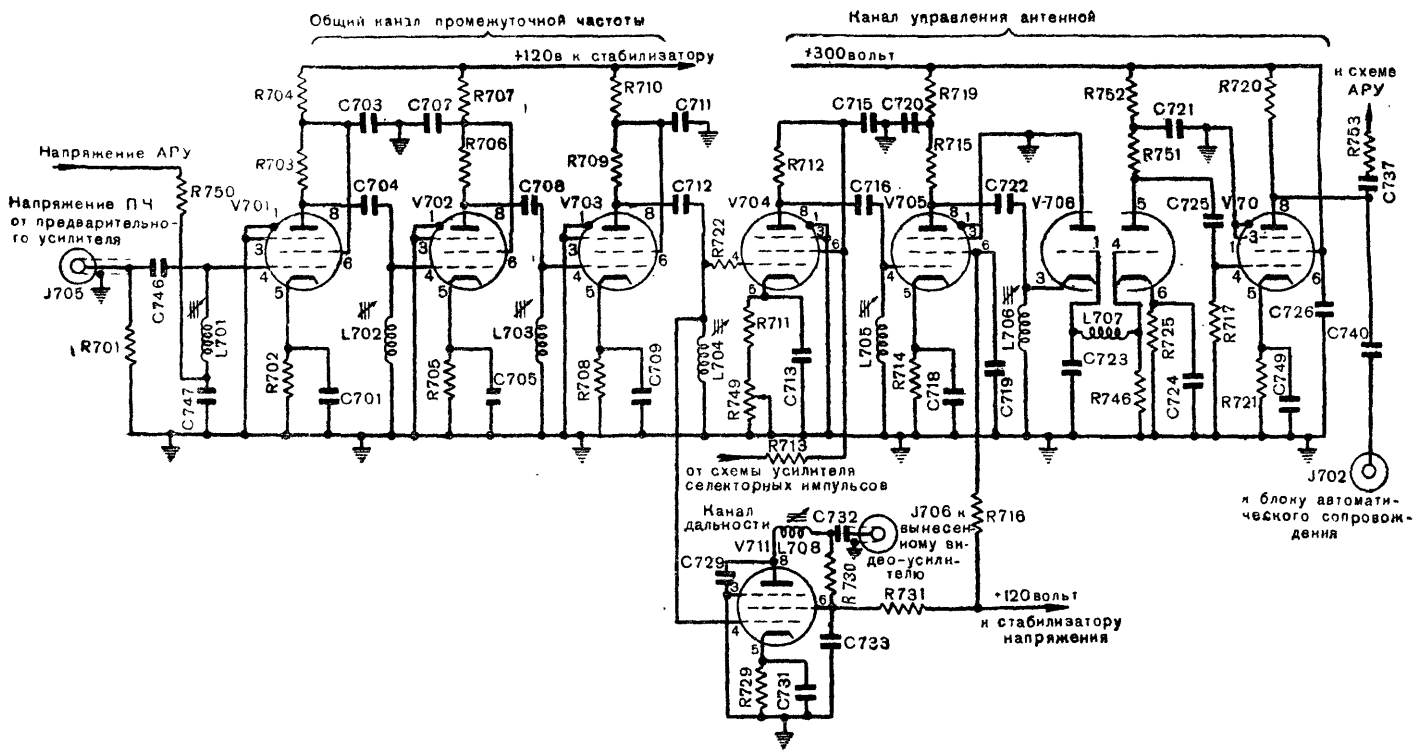


Рис. 74. Упрощенная схема главного усилителя

схема улучшает блокировку видео-усилителя и предохраняет от попадания промежуточной частоты из цепи УПЧ в тракт видео-частоты. Выпрямленное напряжение с детектора подается на сетку второго триода лампы V706, выполняющего функции видео-усилителя. Дальнейшее усиление видео-частоты производится вторым каскадом, работающим на лампе типа 6AG7 (V707). Выходное напряжение с лампы V707 через сопротивление R753 и конденсатор C737 подается в схему АРУ, а через конденсатор C740 на переходную колодку J702, откуда оно поступает на блок автоматического сопровождения.

Первый каскад канала дальности работает на лампе типа 6AC7 (V711) и по схеме не отличается от второго каскада УПЧ предварительного усилителя, за исключением конденсатора C729, включенного для расширения полосы пропускания усилителя. Выходное напряжение с этого каскада подается на вынесенный видео-усилитель через переходную колодку J706.

Питание анодных цепей ламп канала управления антенной производится от выпрямителя блока питания приемника, дающего на выходе 300 *в*. Питание цепей экранирующих сеток производится от того же источника, за исключением сетки лампы V705, на которую подается +120 *в* от стабилизированного выпрямителя блока питания. Полная схема главного усилителя приведена на рис. 83. В нее входят, кроме описанного усилительного тракта, следующие элементы: усилитель селекторных импульсов, схема автоматической регулировки усиления и стабилизатор напряжения.

Питание цепей накала всех ламп главного усилителя производится от трансформаторов T701 и T702.

Усилитель селекторных импульсов

При помощи усилителя селекторных импульсов происходит усиление мощности и ограничение амплитуды импульсов, предназначенных для открывания канала управления антенной в моменты, соответствующие приходу импульсов, отраженных от цели, выбранной оператором дальности. Упрощенная схема усилителя селекторных импульсов показана на рис. 75.

Узкий селекторный импульс с блока дальности поступает на вход усилителя по неэкранированному однопроводному кабелю через колодку J703. Отрицательный импульс, поступающий на вход, имеет прямоугольную форму, продолжительность 3 *мксек* и амплитуду 95—110 *в*. Этот импульс усиливается лучевым тетродом 6L6G (V710), включенным по схеме триода. На аноде этой лампы получается положительный импульс прямоугольной формы, который подается на сетку другой лампы 6L6G (V712) через конденсатор C734. Лампа V712 включена по схеме триода с катодной нагрузкой. На катоде лампы получается положительный прямоугольный импульс напряжением 106 *в*, этот импульс через конденсатор C728 подается на анод и экранирующую сетку первого каскада канала управления антенной. При отсутствии селекторных импульсов от блока дальности выходное напряжение усилителя селекторных импульсов равно

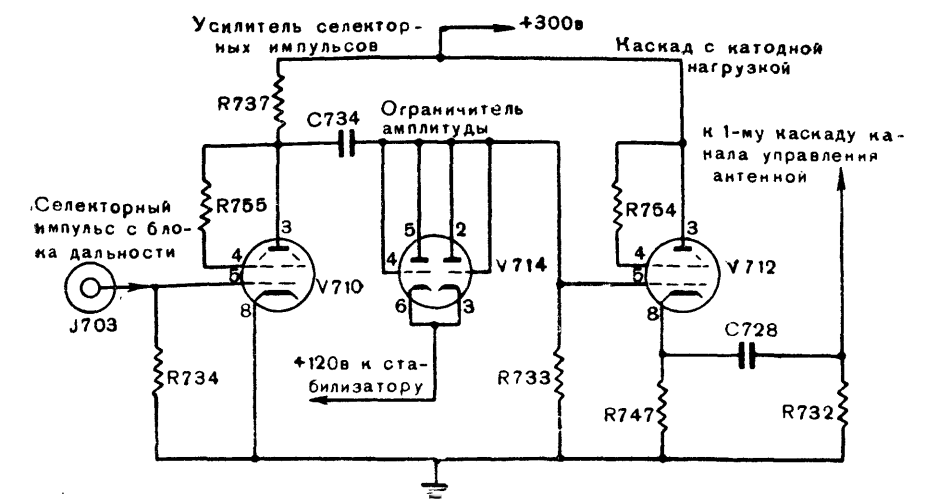


Рис. 75. Упрощенная схема усилителя селекторных импульсов

нулю. На рис. 76 приведены изображения форм напряжений в различных цепях схемы усилителя селекторных импульсов.

Двойной триод 6SN7-GT (V714), включенный по диодной схеме, является ограничителем амплитуды селекторных импульсов. Если пиковое значение импульса с лампы V710 превысит 120 *в* положительного постоянного напряжения, приложенного к катодам диода V714, то диод станет проводящим и, шунтируя выход лампы V710, ограничит импульс на сетке лампы V712 на уровне 120 *в*.

Цепи анодов и экранирующих сеток схемы питаются постоянным током от выпрямителя блока питания приемника, дающего 300 *в* выпрямленного нестабилизированного напряжения.

Схема автоматической регулировки усиления (АРУ)

Автоматическая регулировка усиления (АРУ) обеспечивает поддержание выходного напряжения канала управления антенной на определенном уровне. Необходимость АРУ обусловливается тем, что для правильной работы системы автоматического сопровождения требуется постоянство напряжения на выходе канала управления антенной приемника.

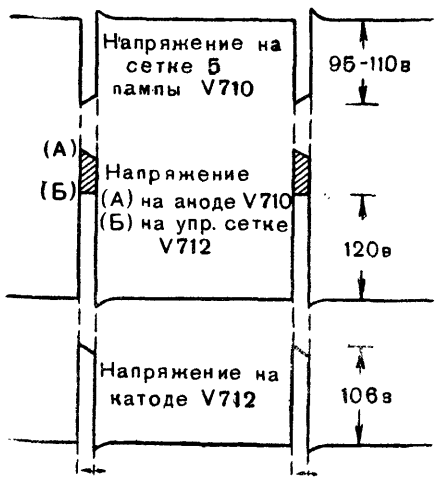


Рис. 76. Формы напряжений в схеме усилителя селекторных импульсов

Упрощенная схема АРУ приведена на рис. 77. Она со-

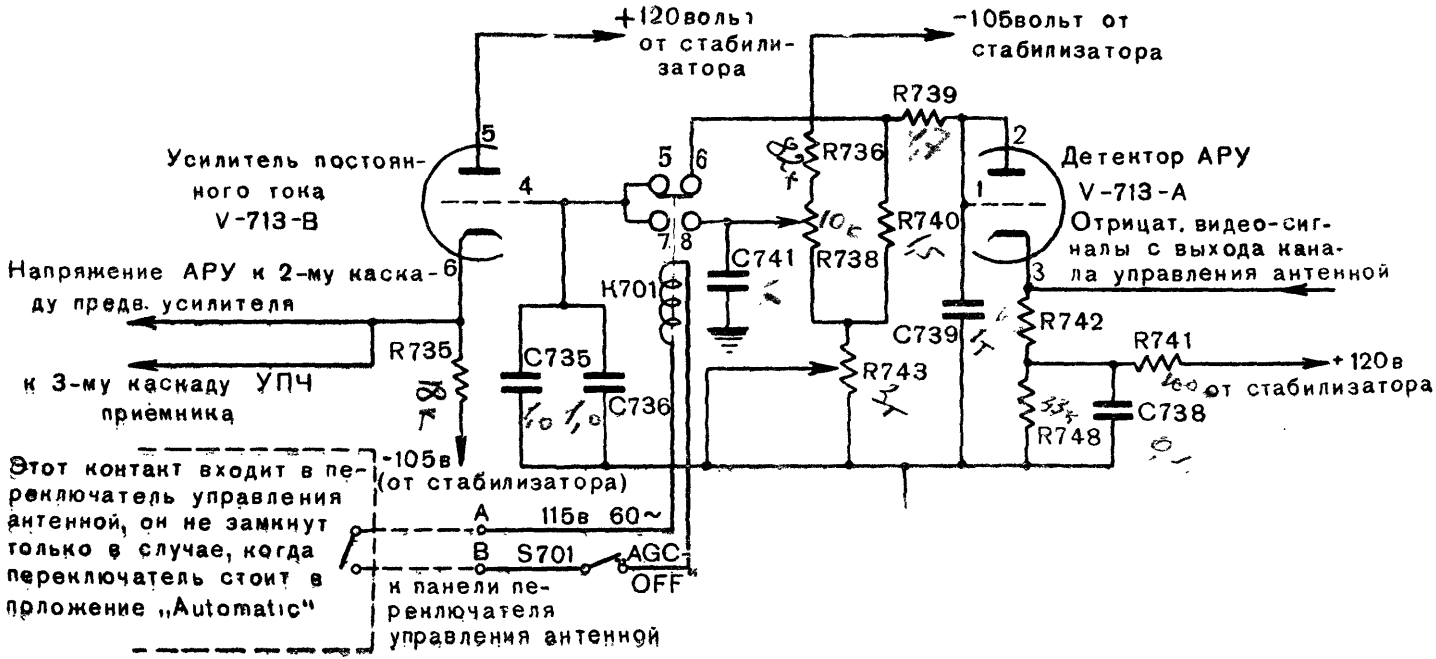


Рис. 77. Упрощенная схема устройства автоматической регулировки усиления

стоит из детектора АРУ — правого триода лампы 6SN7-GT (V713A), включенного по схеме диода, и усилителя постоянного тока с катодной нагрузкой, работающего на левом триоде лампы 6SN7-GT (V713B).

На вход устройства автоматической регулировки усиления подается напряжение с выхода канала управления антенной, кроме этого, на катод лампы V713A подается положительное смещение с делителя напряжения, включенного на выходе стабилизатора напряжения главного усилителя. Сопротивления R739 и R740 являются сопротивлениями нагрузки детектора АРУ. Сеточная цепь лампы V713B включена в схему, управляемую реле K701. При верхнем положении контактов реле (рис. 77) включается схема АРУ, в нижнем — осуществляется ручная регулировка усиления при помощи потенциометра R738, ручка которого «VOLUME» выведена на переднюю панель главного усилителя. Для ручной регулировки необходимо при помощи тумблера S701 «AGC», находящегося на передней панели главного усилителя, поставив его в положение «OFF» включить реле K701 и переключатель управления антенной «CONTROL SWITCH» перевести в любое положение, кроме «AUTOMATIC». При этом управляющая сетка лампы усилителя АРУ подключается к движку потенциометра R738, который является частью делителя напряжения в цепи минус 105 *в* — земля (напряжение 105 *в* подается на устройство АРУ от стабилизатора напряжения, расположенного в блоке питания приемника). Смещение на управляющих сетках ламп второго и третьего каскадов УПЧ приемника определяется в этом случае положением ручки потенциометра R738. Цепь включения реле устроена таким образом, что реле обесточивается при переводе переключателя управления антенной в положение автоматического сопровождения «AUTOMATIC» независимо от положения тумблера «AGC». Реле также обесточивается, когда тумблер S701 (AGC) поставлен в положение «AGC». При обесточивании реле действует устройство АРУ. При замыкании верхних контактов реле K701 сетка лампы V713B подключается к делителю напряжения, составляющему нагрузку детектора АРУ. Если отрицательное напряжение видео-сигнала, приложенного к катоду детектора АРУ, будет больше положительного напряжения на сопротивлении R748 (около 30 *в*), то диод V713A «открывается». На нагрузке диода — сопротивлениях R739 и R740 — создается отрицательное напряжение, приблизительно равное разности пикового значения входного напряжения видео-сигнала и положительного смещения диода. Часть этого напряжения поступает на сетку лампы V713B усилителя АРУ. На анод лампы V173B поступает напряжение питания 120 *в* от стабилизатора напряжения, расположенного на шасси главного усилителя. Катод лампы через сопротивление R735 присоединен к стабилизатору напряжения, дающему 105 *в* на выходе. С катода лампы этого каскада напряжение АРУ поступает на второй и третий каскады УПЧ приемника. Усиление этих каскадов и, следовательно, усиление всего приемника регулируется интенсивностью сигналов от цели, выбранной оператором дальности. Если на вход приемника поступает сильный сигнал, то напряжение, приложенное

к детектору АРУ, и напряжение на катоде лампы усилителя АРУ возрастают. Но это приводит к увеличению отрицательного смещения на сетках ламп второго и третьего каскадов УПЧ, т. е. к снижению усиления приемника. При слабых сигналах напряжение АРУ будет уменьшаться, что приведет к возрастанию усиления приемника. Таким образом выходное напряжение канала управления антенной приемника поддерживается на определенном уровне. При очень слабых сигналах детектор схемы АРУ не работает, и в этом случае напряжение на управляющей сетке лампы усилителя АРУ определяется величиной напряжения на сопротивлении R743. Над осью сопротивления R743, расположенной на шасси блока, имеется надпись «AGC ADJUST». Величина напряжения на сетке усилителя АРУ определится положением движка сопротивления R743, который устанавливается так, чтобы катод лампы V713B имел нулевой потенциал. При этом условии напряжение смещения второго и третьего каскадов УПЧ приемника равно нулю и приемник будет работать с максимальным усилением, что и требуется при приеме слабых сигналов.

Правильную установку величины сопротивления R743 рекомендуется в случае необходимости делать следующим образом:

а) переключатель управления антенной «CONTROL SWITCH» поставить в положение ручного управления «MANUAL»;

б) тумблер «AGC» поставить в положение «OFF» (выключено);

в) ручку регулировки усиления приемника «VOLUME» поставить в положение максимального усиления (по часовой стрелке доотказа);

г) вынуть лампу V701 и включить вольтметр постоянного тока в гнезда ламповой панели (управляющая сетка) и шасси;

д) поставить ось «AGC ADJUST» сопротивления R743 таким образом, чтобы вольтметр не давал показаний.

Описанную регулировку схемы АРУ разрешается производить только квалифицированному персоналу.

Постоянная времени в цепи нагрузки детектора АРУ, имеющей конденсаторы большой емкости C735 и C736, велика, вследствие чего быстрые пульсации напряжения на сетке лампы V713B невозможны. В частности, постоянная времени достаточно велика, чтобы исключить пульсацию напряжения АРУ с частотой сигнала ошибки. Быстрое изменение входного напряжения приемника не будет вызывать колебаний напряжения АРУ, зависящего только от среднего уровня сигналов, поступающих на вход приемника.

Схема стабилизатора напряжения

Для устойчивой работы радиолокатора необходимо, чтобы случайные броски выпрямленного напряжения, обусловленные колебаниями первичного напряжения, не изменяли резко усиления приемника. Поэтому анодные цепи и цепи экранирующих сеток всех каскадов УПЧ приемника, за исключением второго каскада канала управления антенной и второго каскада канала дальности,

питаются от стабилизатора напряжения, смонтированного на панели главного усилителя. Упрощенная схема стабилизатора показана на рис. 78.

На входные зажимы стабилизатора подается 300 *в* с выпрямителя блока питания приемника, а с выходных клемм снимается 120 *в* на аноды и экранирующие сетки УПЧ. Стабилизированное напряжение 105 *в* от блока питания приемника используется для получения смещения на сетке управляющей лампы 6SJ7-GT (V709). Эта лампа управляет лампой V708, являющейся автоматически регулируемым переменным сопротивлением, включенным последовательно с нагрузкой.

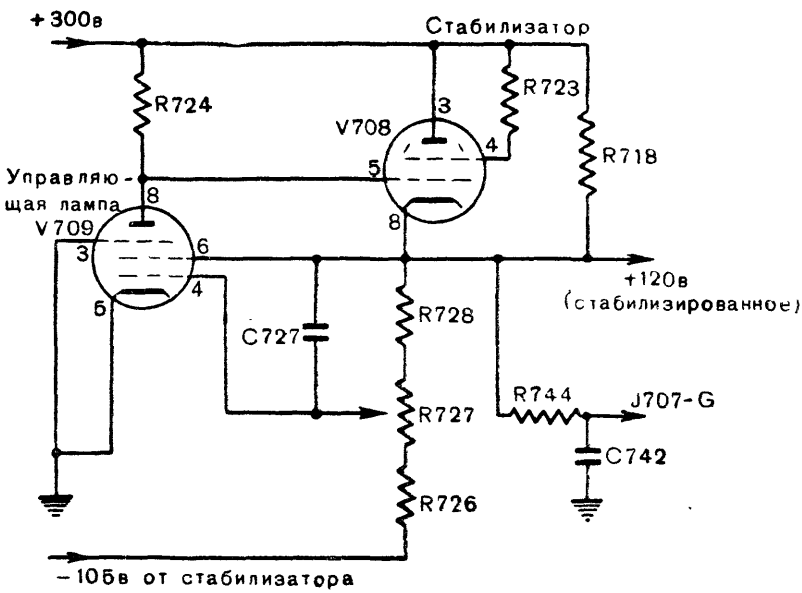


Рис. 78. Упрощенная схема стабилизатора напряжения

Стабилизатор работает следующим образом. С уменьшением напряжения на сетке лампы V708 относительно катода увеличивается ее сопротивление, падение напряжения на лампе возрастает и потенциал катода, с которого снимается выходное напряжение, падает. При возрастании напряжения на сетке V708 напряжение на ее катоде повышается. Сопротивления R726, R727 и R728 образуют делитель напряжения для выходного напряжения (120 *в*) и напряжения смещения (105 *в*). Управляющая сетка лампы V709 подсоединена к движку потенциометра R727, который устанавливается в такое положение, чтобы на выходе стабилизатора было 120 *в*. Потенциометр R727 находится на шасси главного усилителя, где имеется надпись «VOLT. REG. ADJ.»; на конце оси потенциометра для удобства регулировки имеется шлиц. Всякое изменение выходного напряжения стабилизатора распределяется по делителю так, что около

половины этого изменения попадает на управляющую сетку лампы V709. При увеличении выходного напряжения увеличивается потенциал сетки лампы V709, в результате чего понижается ее анодное напряжение. Вследствие этого потенциал управляющей сетки лампы V708 понижается, сопротивление лампы V708 возрастает и потенциал на ее катоде уменьшается, т. е. выходное напряжение становится нормальным. При уменьшении выходного напряжения потенциал анода лампы V709 возрастает, сопротивление лампы V708 уменьшается, в результате чего выходное напряжение возвращается к нормальной величине (120 *в*).

Конденсатор C727 (0,1 *мкф*) предназначен для уменьшения колебаний выходного напряжения стабилизатора, вызванных быстрыми изменениями тока нагрузки или входного напряжения.

Для работы лампы V709 требуется небольшое отрицательное напряжение (несколько вольт). Однако, чтобы повысить чувствительность стабилизатора, для создания смещения используется напряжение 105 *в*. При этом сопротивление R726 имеет большую величину, что обеспечивает высокий коэфициент передачи (около 0,5) изменений выходного напряжения стабилизатора на сетку лампы V709. Если напряжение смещения выбрать малым, то величина сопротивления R726 должна быть уменьшена. При малой величине сопротивления R726 коэфициент передачи изменения выходного напряжения на сетку лампы V709 был бы значительно снижен, что привело бы к падению чувствительности стабилизатора.

Полные схемы усилителя селекторных импульсов, АРУ и стабилизатора напряжения приведены на рис. 83.

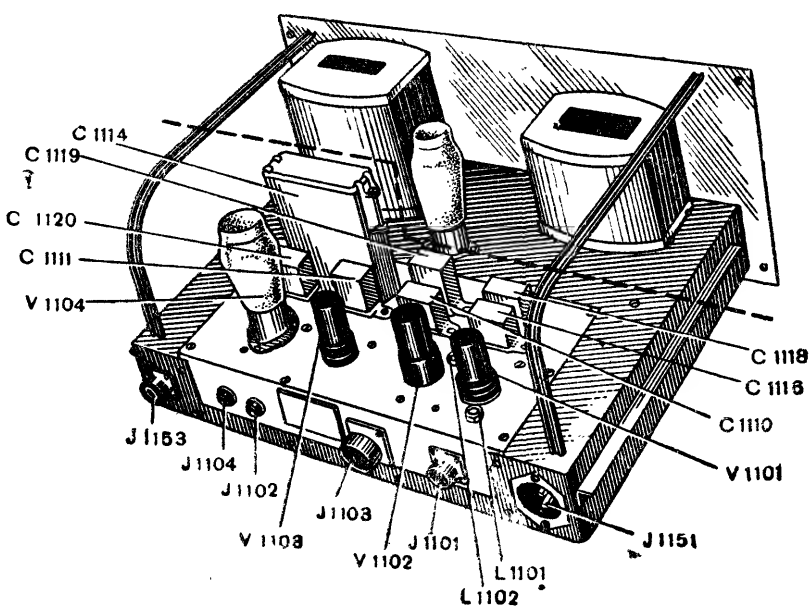


Рис. 79. Шасси вынесенного видео-усилителя (вид сверху)

20. ВЫНЕСЕННЫЙ ВИДЕО-УСИЛИТЕЛЬ

Вынесенный видео-усилитель (т. е. смонтированный отдельно от главного усилителя) расположен в шкафу отметчиков на общем шасси с блоком питания обмоток возбуждения моторов вращения антенны (RECTIFIER RA-71). Он предназначен для усиления сигналов в канале дальности приемника. Усилитель состоит из одного каскада УПЧ, второго детектора и трех каскадов усиления видеочастоты. На рис. 79 показано шасси блока питания обмоток возбуждения моторов вращения антенны, где пунктиром отмечен вынесенный видео-усилитель. Схема вынесенного видео-усилителя показана на рис. 80. На вход вынесенного видео-усилителя через переходную колодку J1101 подается напряжение промежуточной частоты с выхода первого каскада УПЧ (V711) канала дальности. На выходе усилителя получается отрицательный видео-сигнал, подаваемый на трубки дальности и кругового обзора.

Вынесенный видео-усилитель вместе с каскадом УПЧ (лампа V711) главного усилителя составляют канал дальности приемника. В канале дальности имеются три каскада усиления видео-частоты. Добавление третьего каскада усиления видео-частоты вызвано низким коэфициентом усиления первого каскада УПЧ канала дальности, рассчитанного для работы на кабель. Сигналы, поступающие на вход вынесенного видео-усилителя, усиливаются одним каскадом УПЧ — лампой 6AC7 (V1101) — и поступают на второй детектор — левый триод лампы типа 6SN7-GT (V1102). На сетку триода поступает напряжение сигнала промежуточной частоты. Видео-сигнал снимается с катода и через фильтр промежуточной частоты, содержащий дроссель L1103 и конденсатор C1107, подается на управляющую сетку правого триода лампы V1102. Через конденсатор C1108 напряжение сигнала поступает на управляющую сетку лампы второго каскада усилителя, который одновременно выполняет роль ограничителя сигналов, подаваемых на трубки кругового обзора и дальности.

Ограничение сигналов происходит следующим образом. При отсутствии сигналов лампа 6AC7 (V1103) открыта Когда на ее сетку подается большой отрицательный сигнал с анода лампы V1102, то лампа запирается. Как бы ни был велик входной сигнал, величина импульса в анодной цепи лампы V1103 не может превысить разницы между напряжением на аноде лампы при запирании ее отрицательным импульсом (300 *в*) и напряжением на лампе V1103 при отсутствии сигнала (200 *в*). Помимо ограничения сигналов второй каскад видео-усилителя благодаря большой постоянной времени сеточной цепи (R1107 и C1108) автоматически регулирует усиление шумов. Это происходит вследствие сеточного детектирования напряжения шумов и появления в результате этого отрицательного смещения на управляющей сетке, величина которого определяется величиной напряжения шумов на входе каскада. Автоматическая регулировка усиления напряжения шумов дает возможность поддерживать примерно постоянный уровень шумов на экранах трубок дальности и кругового обзора, чем облегчается наблюдение слабых сигналов.

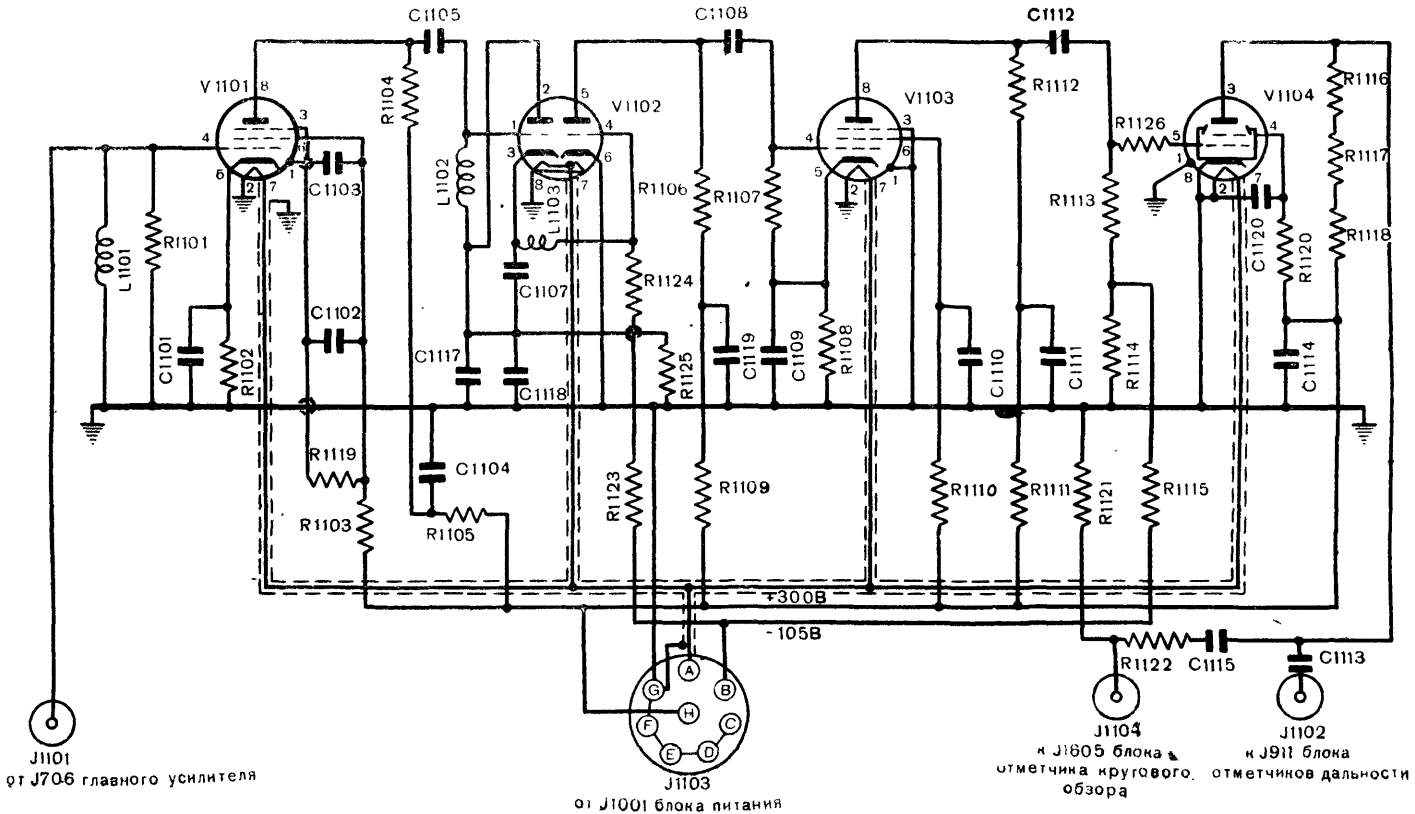


Рис. 80. Схема вынесенного видео-усилителя

Выходной каскад видео-усилителя работает на лучевом тетроде 6L6G (V1104). На управляющую сетку этой лампы поступает положительный видео-сигнал. На выходе каскада получаются отрицательные сигналы, которые через переходные колодки J1102 и J1104 подаются на трубки дальности и кругового обзора. На трубку кругового обзора подается $^1/_{10}$ часть напряжения, создаваемого выходным каскадом, а на трубки дальности — полное выходное напряжение.

21. БЛОК ПИТАНИЯ ПРИЕМНИКА

Блок питания приемника расположен в шкафу отметчиков; он состоит из выпрямителя, дающего выпрямленное напряжение 300 *в*, стабилизированного выпрямителя с выходным напряжением 105 *в* и источника питания накала ламп вынесенного видео-усилителя.

Шасси блока (вид сверху) показано на рис. 81. Схема блока представлена на рис. 82.

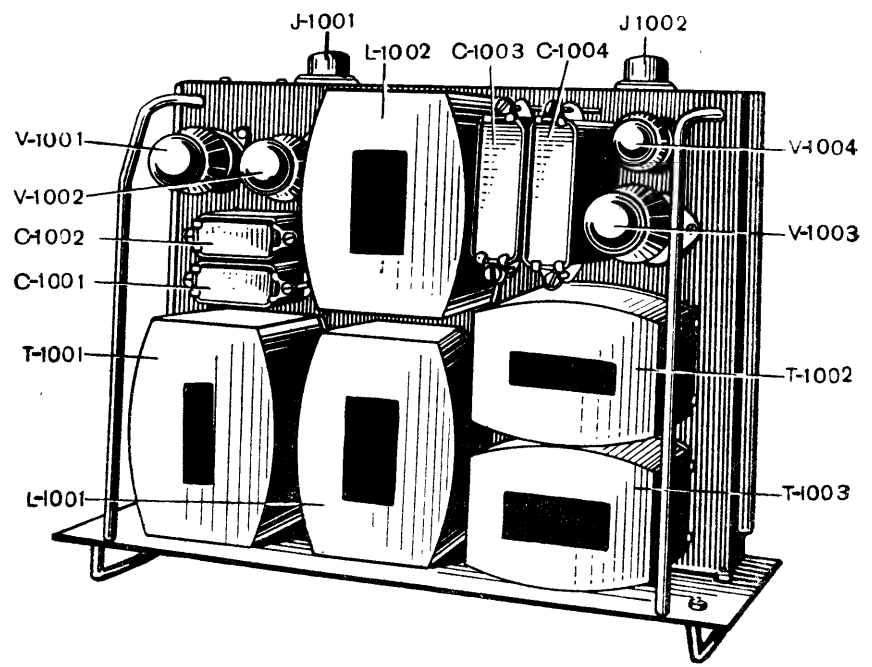


Рис. 81. Шасси блока питания приемника (вид сверху)

Первичное напряжение 115 *в* с частотой 50—60 *гц* подается на блок через переходную колодку J1003. Переменное напряжение на первичные обмотки трансформаторов T1001, T1002 и T1003 подается через тумблер S1001, контакты *A* и *G* переходной колодки J1002 и блокировочную перемычку стабиловольта VR-105-30 (V1004).

Контакты *A* и *G* колодки J1002 соединены кабелем с одноименными закороченными контактами колодки J708, находящейся на

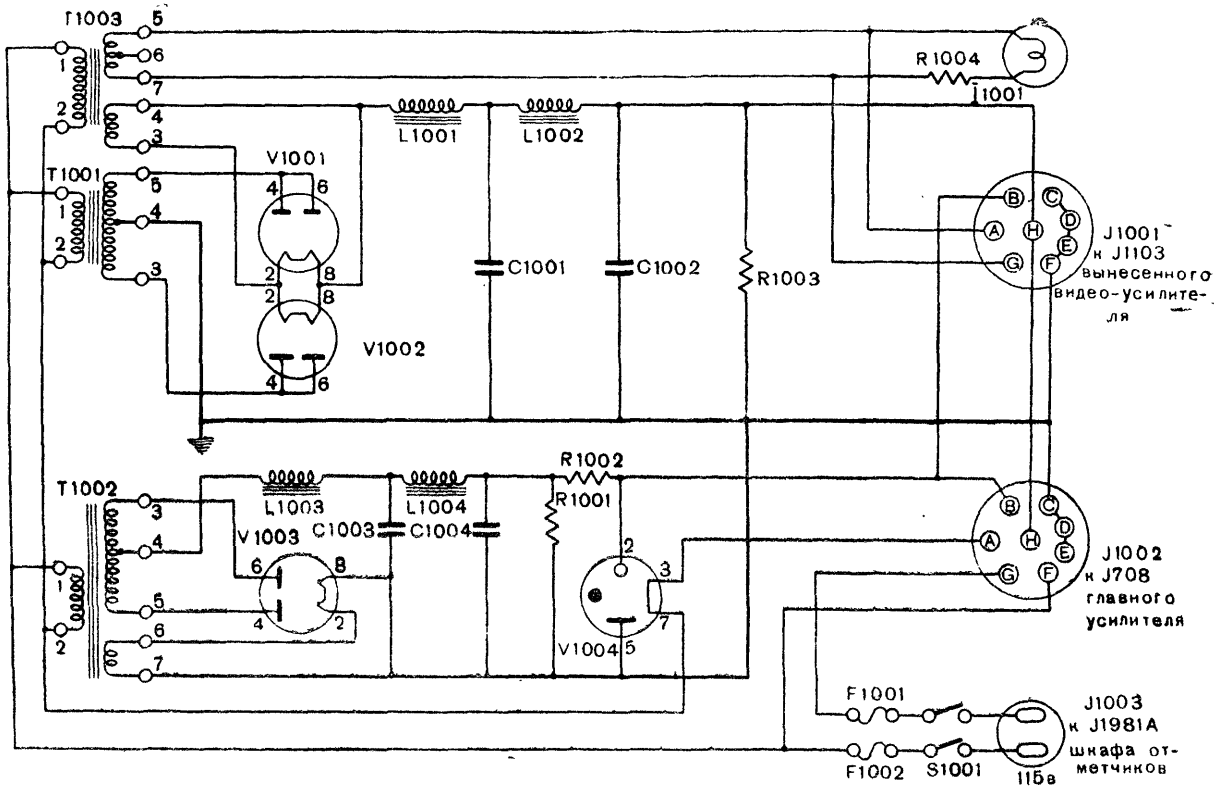


Рис. 82. Схема блока питания приемника:
S1001 — тумблер включения напряжения питания

шасси главного усилителя. Такая схема первичной цепи блока питания не дает возможности включить его при вынутом шасси главного усилителя или снятом стабиловольте.

Выпрямитель блока питания, дающий 300 *в*, собран по двухполупериодной схеме на двух лампах типа 5U4G (лампы V1001 и V1002). Сглаживающий фильтр этого выпрямителя состоит из дросселей L1001, L1002 и конденсаторов C1001 и C1002.

Стабилизированный выпрямитель блока питания собран также по двухполупериодной схеме на лампе типа 5U4G (V1003). Выпрямленное напряжение сглаживается фильтром, состоящим из дросселей L1003, L1004 и конденсаторов C1003 и C1004, и через сопротивление R1002 подается на стабилизатор напряжения — лампу типа VR105-30 (V1004), представляющую собой стабиловольт. Благодаря применению стабиловольта поддерживается постоянная величина выходного напряжения, равная 105 *в*.

Напряжение 300 *в* подается через переходные колодки J1001 и J1002 на главный усилитель и вынесенный видео-усилитель. Оно используется для питания анодных цепей и цепей экранирующих сеток. Часть каскадов приемника питается от стабилизированного напряжения 120 *в*, снимаемого со стабилизатора напряжения, расположенного на шасси главного усилителя. На вход этого стабилизатора поступает напряжение 300 *в* с блока питания.

Напряжение 105 *в* через переходные колодки J1001 и J1002 поступает на главный усилитель и вынесенный видео-усилитель, где используется для питания сеточных цепей ламп и стабилизатора напряжения.

Схема главного усилителя показана на рис. 83.

Питание цепей накала ламп вынесенного видео-усилителя осуществляется от трансформатора T1003 через переходную колодку J1001.

Первичное напряжение трансформаторов накала ламп главного усилителя подается через переходную колодку J1002 блока питания. Таким образом тумблер S1001 является общим для блока питания и главного усилителя.

ГЛАВА 5

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ

22. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При помощи устройства для измерения дальности определяется наклонная дальность цели (кратчайшее расстояние от станции до цели). Измерение дальности производится при помощи электронных осциллоскопов-отметчиков, принцип действия которых описан в главе 1.

Устройство для измерения дальности состоит из:

блока отметчиков дальности «RANGE INDICATOR UNIT BC-1088-B»;

блока дальности «RANGE UNIT BC-1062-B»;

блока питания «RECTIFIER RA-72-B».

Все блоки устройства для измерения дальности расположены в шкафу отметчиков.

Блок отметчиков дальности состоит из двух отметчиков (на 32 000 и 2000 ярдов) с электронно-лучевыми трубками с круговой разверткой и электро-механической системы, служащей для сопровождения цели по дальности и для передачи данных на ПУАЗО.

В отметчике на 32 000 ярдов (грубый отметчик) период развертки равен 195 *мксек*. Этот период соответствует времени прохождения радиоволн до цели (находящейся на дальности 32 000 ярдов) и обратно. Частота синусоидального напряжения, образующего развертку этого отметчика, составляет 5,12 *кгц*. В отметчике на 2000 ярдов (точный отметчик) развертка имеет период в 12 *мксек*. Период развертки этого отметчика соответствует времени прохождения радиосигнала до цели, находящейся на расстоянии 2000 ярдов, и обратно. Частота синусоидального напряжения, образующего развертку этого отметчика, составляет 81,95 *кгц*. Оба отметчика имеют равномерные шкалы по окружности экранов электронно-лучевых трубок и подвижные визирные нити для отсчета дальности.

В блок дальности входят:

кварцевый гетеродин;

мультивибраторы;

инвертор;

пусковой генератор;

буферный каскад;

селектор пусковых импульсов.

Кварцевый гетеродин вырабатывает синусоидальное напряжение, имеющее частоту 81,95 *кгц*; он координирует работу всех остальных элементов блока, представляющих собой пять отдельных источников переменного напряжения (рис. 84). На выходах этих источ-

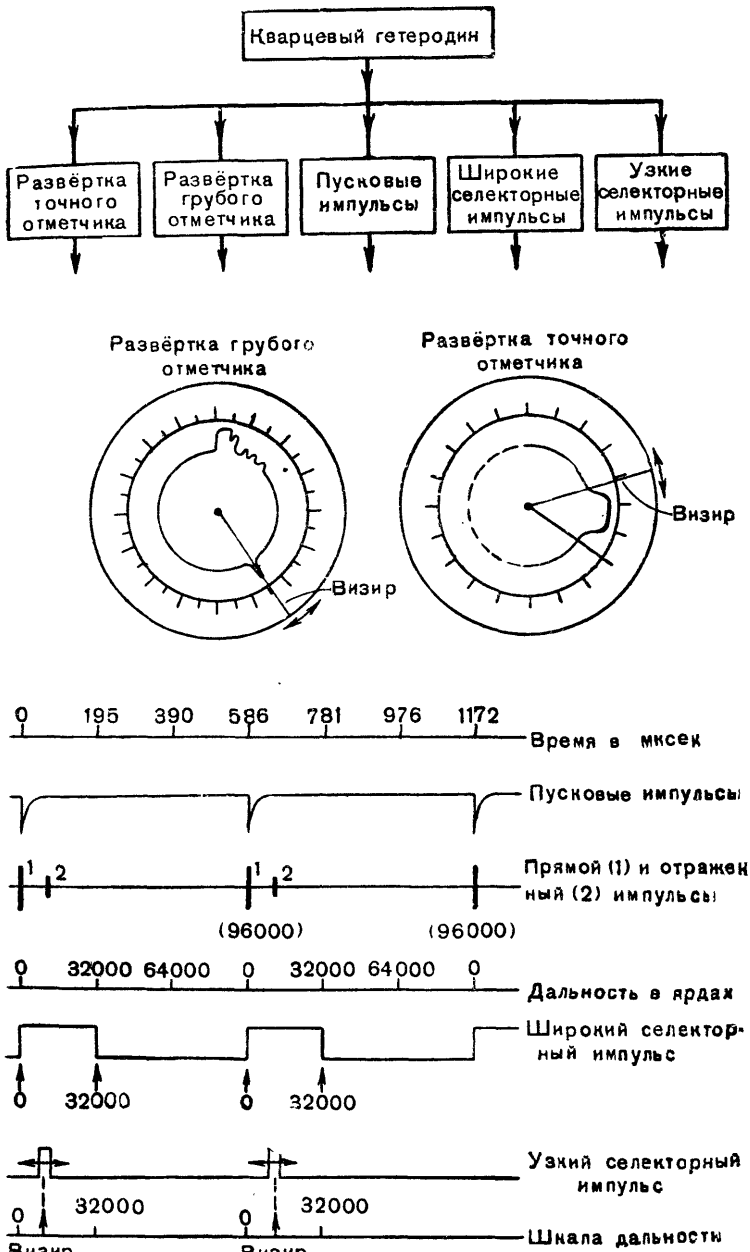


Рис. 84. Скелетная схема системы дальности

ников создаются пять различных по форме периодических напряжений, находящихся в следующих фазовых соотношениях.

Два синусоидальных напряжения *1* (рис. 85) развертки точного отметчика с частотой 81,95 *кгц*, сдвинутые по фазе одно относительно другого на 90°. Напряжения эти поступают на отклоняющие пластины трубки точного отметчика.

Два синусоидальных напряжения *2* (рис. 85) развертки грубого отметчика с частотой 5,12 *кгц*, сдвинутые по фазе одно относительно другого на 90°. Эти напряжения подаются на отклоняющие пластины трубки грубого отметчика.

Напряжение *3* (рис. 85) пусковых импульсов, имеющее частоту 1,707 *кгц*, V-образной формы, отрицательного знака и длительностью 1,5 *мксек*. Импульсы поступают на драйвер модулятора для запуска передатчика, а также на отметчик кругового обзора для запуска его развертки.

Напряжение *4* (рис. 85) широких селекторных импульсов — с частотой 1,707 *кгц*, П-образной формы, положительного знака и регулируемой продолжительности (от 0 до 195 *мксек*). Импульсы подаются на управляющий электрод трубки грубого отметчика для подсветки первого оборота развертки после излучения импульса передатчика. Следующие два оборота, которые успевает совершить электронный луч до поступления очередного импульса передатчика, остаются неподсвеченными, и поэтому сигналы от целей, находящихся на дальности больше 32 000 ярдов, не будут видны. Таким образом достигается однозначность в определении дальности цели.

Напряжение *5* (рис. 85) узких селекторных импульсов — с частотой 1,707 *кгц*, П-образной формы, положительного знака и регулируемой продолжительности (от 0 до 100 *мксек*). Импульсы подаются на управляющие электроды трубки точного отметчика и трубки кругового обзора для подсветки небольшого участка развертки. Эти же импульсы подаются на приемник для селекции приходящих сигналов по дальности в канале управления антенной.

Селекторный импульс на развертке отметчика устанавливается штурвалом дальности, с которым механически связан потенциометр, регулирующий время задержки импульса. Установка импульса на заданном участке развертки производится по его началу; за начало импульса принимается передний фронт его.

Таким образом подсветка участка развертки точного отметчика и момент отпирания канала управления антенной приемника соответствуют дальности, установленной на шкалах отметчиков. При вращении штурвала дальности визир и подсвеченный участок развертки одновременно перемещаются по окружности на экране трубки.

Блок питания содержит три выпрямителя, питающих моторы полуавтоматического сопровождения целей по дальности, блок дальности и отметчики дальности.

Ниже дается подробное описание устройства и работы блоков, составляющих систему измерения дальности.

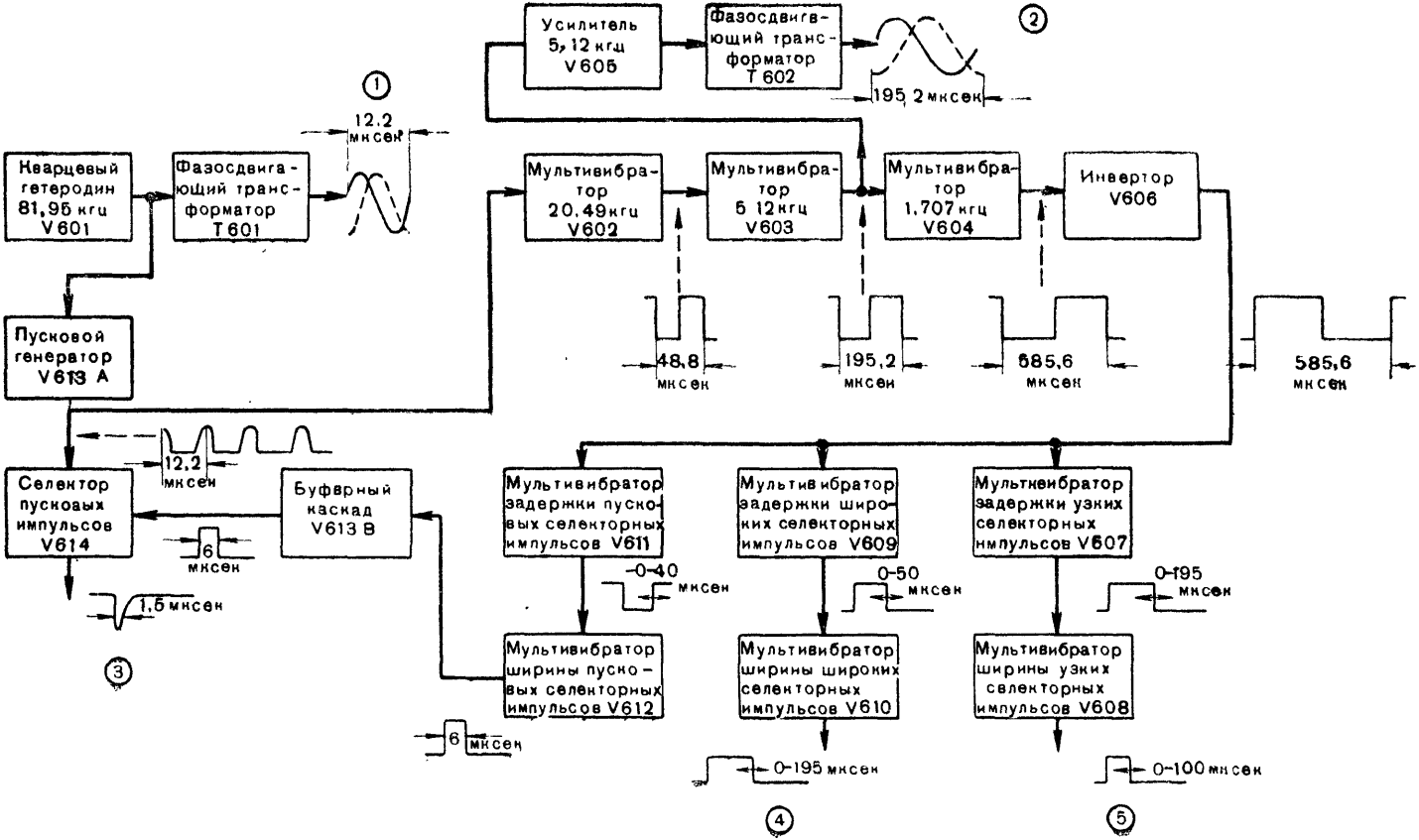


Рис. 85. Скелетная схема блока дальности

23. СКЕЛЕТНАЯ СХЕМА БЛОКА ДАЛЬНОСТИ

Скелетная схема блока показана на рис. 85. Форма напряжений и фазовые соотношения их показаны на рис. 86. Кварцевый гетеродин вырабатывает синусоидальное напряжение со стабилизированной частотой 81,95 *кгц*. Это напряжение далее поступает на фазосдвигающий трансформатор Т601 и пусковой генератор.

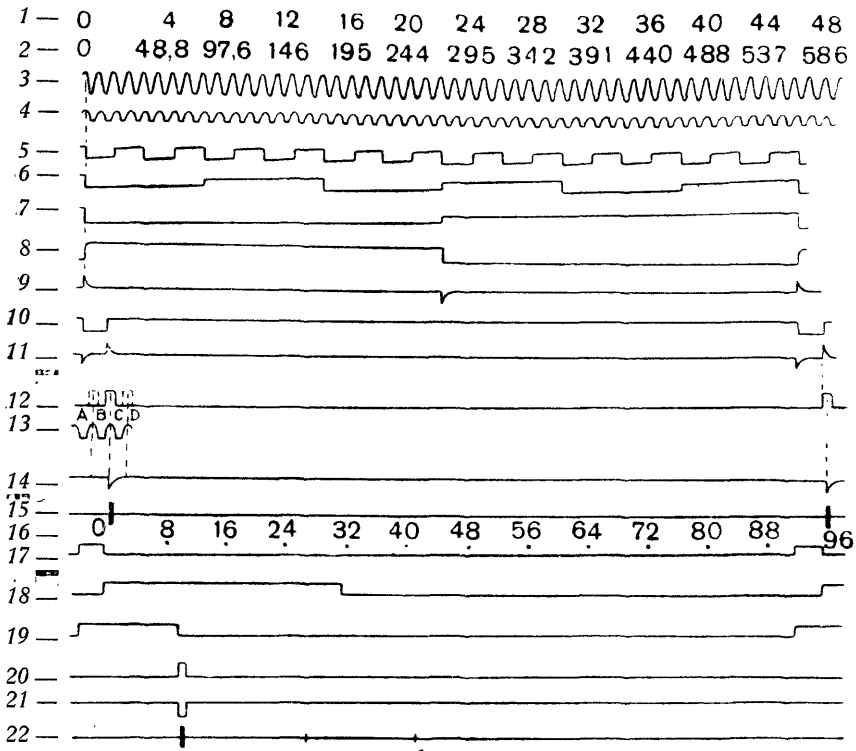


Рис. 86. Формы напряжений, действующих в различных цепях блока дальности:
1 — число периодов напряжения 81,95 *кгц*; *2* — микросекунды; *3* — напряжение кварцевого гетеродина 81,95 *кгц*; *4* — напряжение пускового генератора 81,95 *кгц*; *5* — напряжение мультивибратора 20,49 *кгц*; *6* — напряжение мультивибратора 5,12 *кгц*; *7* — напряжение мультивибратора 1,707 *кгц*; *8* — напряжение инвертора; *9* — запускающие импульсы на мультивибраторах задержки; *10* — напряжение мультивибратора задержки пусковых селекторных импульсов; *11* — запускающие импульсы на мультивибраторе ширины пусковых импульсов; *12* — напряжение мультивибратора ширины пусковых селекторных импульсов; *13* — напряжение пускового генератора 81,95 *кгц*; *14* — пусковые импульсы; *15* — импульсы передатчика; *16* — наклонная дальность в тысячах ярдов; *17* — напряжения мультивибратора задержки широких селекторных импульсов; *18* — широкие селекторные импульсы; *19* — напряжение мультивибратора задержки узких селекторных импульсов; *20* — узкие селекторные импульсы с анода V608A; *21* — узкие селекторные импульсы с анода V608B; *22* — отраженные от целей импульсы

Фазосдвигающий трансформатор Т601 создает два синусоидальных напряжения, сдвинутых по фазе на 90° для образования круговой развертки на экране точного отметчика дальности. Пусковой генератор изменяет форму подаваемого на него напряжения кварцевого гетеродина (рис. 86), не меняя его частоты. Выходное напряжение

пускового генератора, имеющее частоту кварцевого гетеродина, синхронизирует мультивибратор 20 *кгц*, а также поступает на селектор пусковых импульсов. Мультивибратор 20 *кгц* вырабатывает напряжение прямоугольной формы с частотой 20,49 *кгц*, т. е. с частотой, в четыре раза меньшей, чем частота напряжения кварцевого гетеродина. Напряжение мультивибратора 20 *кгц* синхронизирует следующий мультивибратор 5,12 *кгц*, на выходе которого получается напряжение прямоугольной формы также с частотой 5,12 *кгц*, т. е. в четыре раза меньшей, чем предыдущее. Таким образом при помощи двух мультивибраторов осуществляется 16-кратное уменьшение частоты напряжения кварцевого гетеродина. Полученное напряжение поступает на мультивибратор 1,7 *кгц*, а также на усилитель 5 *кгц*.

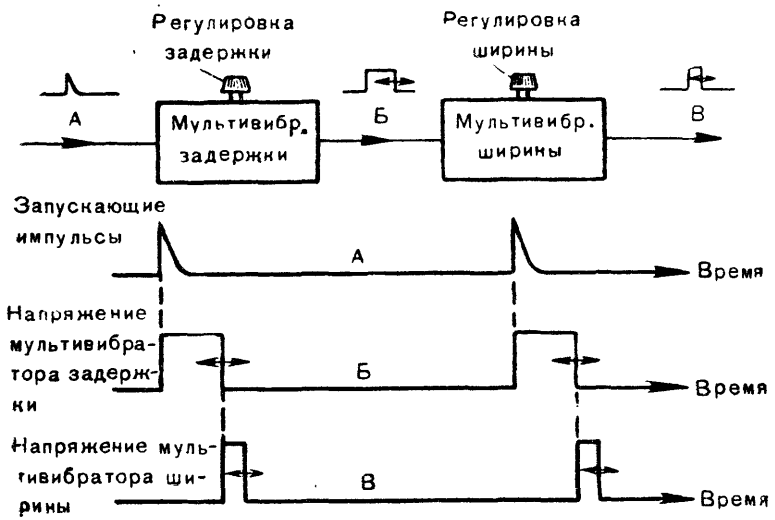


Рис. 87. Получение импульсов переменной ширины с регулируемой задержкой

Усилитель 5 *кгц* настроен на частоту 5,12 *кгц*; он усиливает основную синусоидальную составляющую прямоугольного напряжения от мультивибратора 5 *кгц*, которая затем поступает на фазосдвигающий трансформатор Т602. На выходе этого трансформатора получаются два синусоидальных напряжения с частотой 5,12 *кгц*, сдвинутые по фазе одно относительно другого на 90°. Эти напряжения используются для создания круговой развертки на экране грубого отметчика дальности.

Мультивибратор 1,7 *кгц* производит дальнейшее уменьшение частоты в три раза. На выходе его получается напряжение прямоугольной формы с частотой 1,707 *кгц*, которое поступает на инвертор.

Инвертор представляет собой усилитель, который меняет фазу прямоугольного напряжения на 180° и увеличивает крутизну его переднего и заднего фронтов. Увеличение крутизны фронтов напряжения необходимо для большей точности синхронизации трех после-

дующих цепей. Каждая из этих цепей составляет комбинацию из двух мультивибраторов: мультивибратора задержки и мультивибратора ширины; при совместной работе их получаются импульсы переменной продолжительности (ширины), начало которых может быть задержано относительно синхронизирующего импульса на регулируемый промежуток времени.

Принцип совместной работы мультивибраторов ширины и задержки показан на рис. 87. Мультивибратор задержки запускается от инвертора и создает прямоугольные импульсы, длительность которых может регулироваться. Регулировка длительности прямоугольных импульсов производится путем перемещения во времени правого (заднего) спада импульса, в то время как левый (передний) спад остается неподвижным. Правым (подвижным) спадом импульсов мультивибратора задержки запускается мультивибратор ширины, который вырабатывает прямоугольные импульсы, длительность или ширина которых тоже может регулироваться.

Мультивибраторы задержки и ширины, работающие на лампах V607 и V608, вырабатывают по указанному принципу узкие селекторные импульсы. Мультивибраторы задержки и ширины, работающие на лампах V609 и V610, вырабатывают широкие селекторные импульсы. Назначение узких и широких селекторных импульсов было указано выше. Третья пара мультивибраторов задержки и ширины (лампы V611 и V612) вырабатывает пусковые селекторные импульсы. Эти импульсы поступают через буферный каскад на селектор пусковых импульсов. На этот селектор поступают два напряжения — указанные выше селекторные импульсы с частотой 1,707 *кгц* и импульсы с частотой 81,95 *кгц* с выхода пускового генератора. При совпадении по времени импульса от пускового генератора с селекторным импульсом селектор вырабатывает пусковой импульс, используемый для запуска передатчика и отметчика кругового обзора. Благодаря такому устройству достигается жесткая синхронизация работы передатчика и отметчиков.

24. РАБОТА БЛОКА ДАЛЬНОСТИ

Упрощенная схема блока дальности дана на рис. 88. Передняя панель и шасси блока показаны на рис. 89 и 90.

Кварцевый гетеродин выполнен по схеме с электронной связью. В гетеродине применена лампа типа 6SK7-GT(V601). Гетеродинную часть в этой схеме составляют цепи катода, управляющей и экранирующей сеток. В качестве напряжения обратной связи используется напряжение, образующееся на дросселе L601 в катодной цепи. Для регулировки выходного напряжения гетеродина служит переменное сопротивление R698, ось регулировки которого выведена на переднюю панель блока и обозначена «2000 yd SWEEP DIAMETER» (диаметр развертки 2000 ярдов). В схеме имеются два одинаковых кристалла кварца (Y601 и Y602). В случае отказа в работе одного из них другой может быть включен на работу переключателем, ручка которого с надписью «CRYSTAL SELECTOR» (переключатель кристалла) находится на панели блока. Применение кварца позволяет обеспе-

чить постоянство частоты вырабатываемого гетеродином переменного напряжения с точностью до ± 4 *гц* при изменениях температуры от —40 до +60° С. Поэтому ошибки в измерениях дальности цели вследствие ухода частоты не превышают ± 2 ярда.

В анодную цепь гетеродина включена первичная обмотка L_1 фазосдвигающего трансформатора Т601, настроенная на частоту 81,95 *кгц*. Вторичная обмотка L_2 настроена на ту же частоту. Связь между этими обмотками сделана достаточно слабой для уменьшения реакции вторичной обмотки на первичную. Электродвижущая сила, наводимая во вторичном контуре, в случае резонанса находится в фазе с током в катушке L_2. Так как эта э. д. с. сдвинута

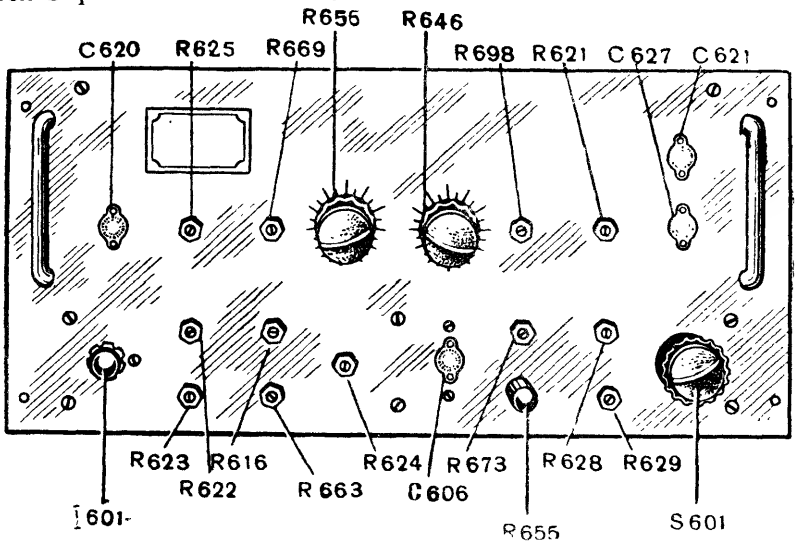


Рис. 89. Передняя панель блока дальности:

С620 — регулятор настройки вторичной цепи трансформатора Т602 «32 000 yd SWEEP PHASE»; R625 — регулятор амплитуды напряжения вторичной цепи трансформатора Т602 «32 000 yd SWEEP BALANCE»; R669 — регулятор диаметра развертки грубого отметчика «32 000 yd SWEEP DIAMETER»; R656 — регулятор задержки широких селекторных импульсов «WIDE GATE DELAY»; R646 — регулятор ширины узких селекторных импульсов «NARROW GATE WIDTH»; R698 — регулятор диаметра развертки точного отметчика «2000 yd SWEEP DIAMETER»; R621 — регулятор амплитуды напряжения вторичной цепи трансформатора Т601 «2000 yd SWEEP BALANCE»; С627 — регулятор настройки вторичной цепи трансформатора Т601 «2000 yd SWEEP PHASE»; С621 — регулятор настройки первичной цепи трансформатора Т601 «OSCILLATOR TUNING»; S601 — переключатель кристалла «CRYSTAL SELECTOR»; R628, R629 — регуляторы центрирования развертки точного отметчика «CENTERING»; R673 — регулятор задержки пусковых селекторных импульсов «TRIGGER DELAY»; R655 — регулятор начальной задержки узких селекторных импульсов «NARROW GATE DELAY»; С606 — регулятор настройки мультивибратора 20 *кгц* «20-кс MV»; R624 — регулятор настройки мультивибратора 5 *кгц* «5-кс MV»; R616 — регулятор настройки мультивибратора 1,7 *кгц* «1,7-кс MV»; R663 — регулятор ширины широких селекторных импульсов «WIDE GATE WIDTH»; R622, R623 — регуляторы центрирования развертки грубого отметчика «CENTERING»; 1601 — красная сигнальная лампочка

по фазе на 90° относительно тока в катушке L_1, то токи в катушках L_1 и L_2 и наводимые ими э. д. с. в катушках связи A и B также сдвинуты по фазе относительно друг друга на 90°. Напряжения с катушек связи поступают на отклоняющие пластины трубки точного отметчика для образования круговой развертки. Принцип образования круговой развертки при помощи двух сдвинутых по фазе на 90° напряжений поясняется рисунком 91.

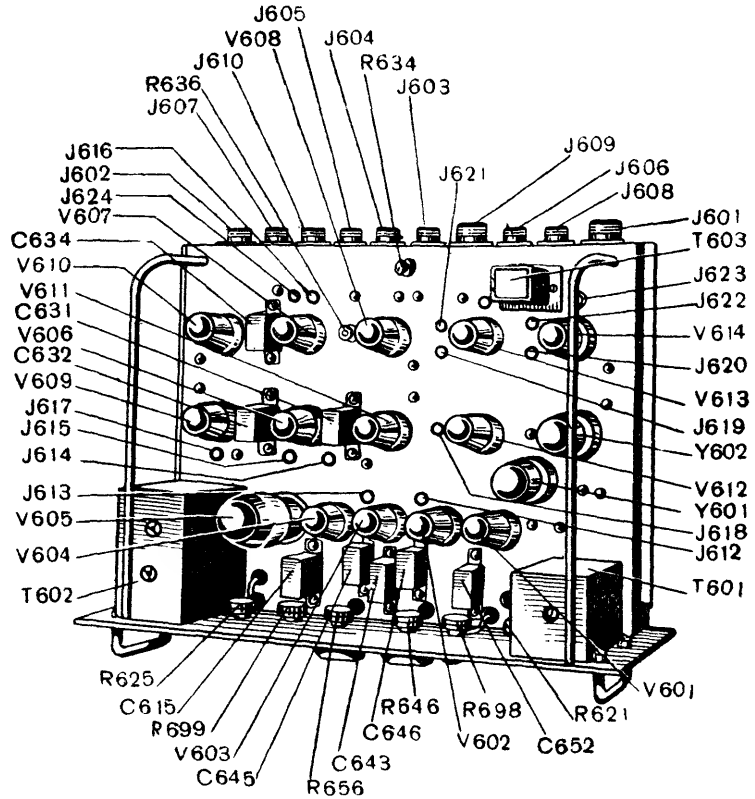


Рис. 90. Шасси блока дальности (вид сверху):

R636 — регулятор задержки узких селекторных импульсов «NARROW GATE»; R634 — регулятор начальной задержки узких селекторных импульсов «N. G. DELAY COARSE»; J601 — J610 — переходные колодки; J612 — J624 — измерительные гнезда

Правильная форма развертки точного отметчика обеспечивается одной из следующих четырех регулировок.

1. Регулировка диаметра развертки «2000 yd SWEEP DIAMETER»; производится при помощи реостата R698, который, воздействуя на амплитуду напряжения кварцевого гетеродина, изменяет одновременно амплитуду напряжений, снимаемых с фазосдвигающего трансформатора. На рис. 91 видно, что диаметр развертки зависит только от амплитуды развертывающих напряжений.

2. Настройка первичной обмотки фазосдвигающего трансформатора; осуществляется при помощи конденсатора переменной емкости C621, ось регулировки которого выведена на переднюю панель блока и обозначена «OSCILLATOR TUNING». При помощи этого конденсатора производится подстройка первичной цепи фазосдвигающего трансформатора в резонанс с частотой гетеродина. При наступлении резонанса в обмотках фазосдвигающего трансформатора получаются максимальные напряжения, а следовательно, и максимальный диаметр развертки точного отметчика. Поэтому при этой настройке следует добиваться максимального диаметра раз-

вертки, после чего необходимую величину диаметра получить при помощи регулировки, указанной в п. 1.

3. Настройка цепи вторичной обмотки фазосдвигающего трансформатора (с целью получения надлежащего сдвига фаз между развертывающими напряжениями); производится при помощи конденсатора переменной емкости С627. Ось регулировки конденсатора выведена на переднюю панель блока и обозначена «2000 yd

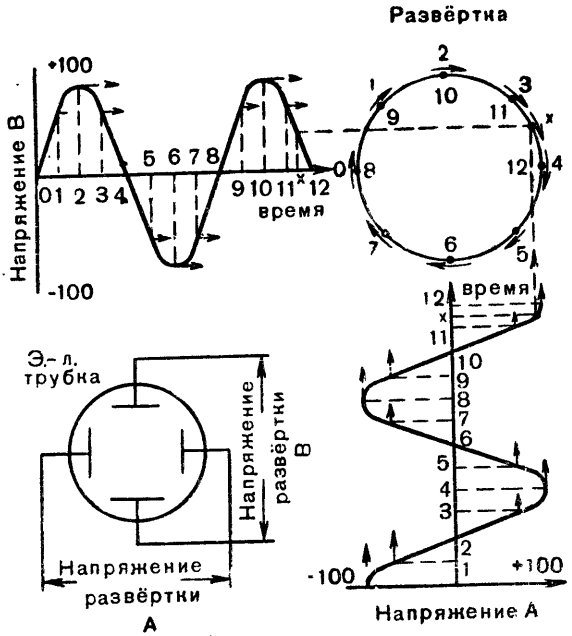


Рис. 91. Образование круговой развертки при помощи двух напряжений, сдвинутых по фазе на 90°

SWEEP PHASE». При настройке цепи вторичной обмотки трансформатора в резонанс с частотой кварцевого гетеродина сдвиг фаз между развертывающими напряжениями становится равным 90°. При этом развертка принимает форму круга, если амплитуды обоих развертывающих напряжений равны. При сдвиге фаз, отличающемся от 90°, развертка принимает форму эллипса, оси которого занимают наклонное положение относительно плоскостей отклоняющих пластин трубки.

4. Регулировка амплитуды напряжения, снимаемого с обмотки *В*, производится при помощи переменного сопротивления R621, позволяющего изменять затухание настроенной цепи вторичной обмотки. Ось регулировки сопротивления R621 выведена на переднюю панель блока и обозначена «2000 yd SWEEP BALANCE».

Регулировки фазы и амплитуды взаимозависимы: регулировка фазы сопровождается изменением амплитуды и наоборот. Следует

иметь в виду, что при неравенстве амплитуд развертывающих напряжений и сдвиге фаз в 90° развертка принимает форму эллипса, оси которого параллельны плоскостям отклоняющих пластин трубки.

Пусковой генератор, работающий на лампе V613A (один из триодов лампы типа 6SN7-GT), является буферным каскадом между кварцевым гетеродином и последующими цепями, а также преобразователем напряжения. На управляющую сетку лампы V613A подается напряжение с кварцевого гетеродина через конденсатор связи C658. Напряжение на сопротивлении R686 в цепи катода лампы используется для синхронизации мультивибратора 20 *кгц*, а также поступает на селектор пусковых импульсов. Благодаря большой постоянной времени цепи C658 — R688 и наличию сеточных токов на сетке лампы поддерживается отрицательное напряжение около —40 *в*. Так как напряжение отсечки составляет примерно —20 *в*, то лампа проводит ток лишь в течение части положительного полупериода напряжения кварцевого гетеродина (рис. 92). Таким

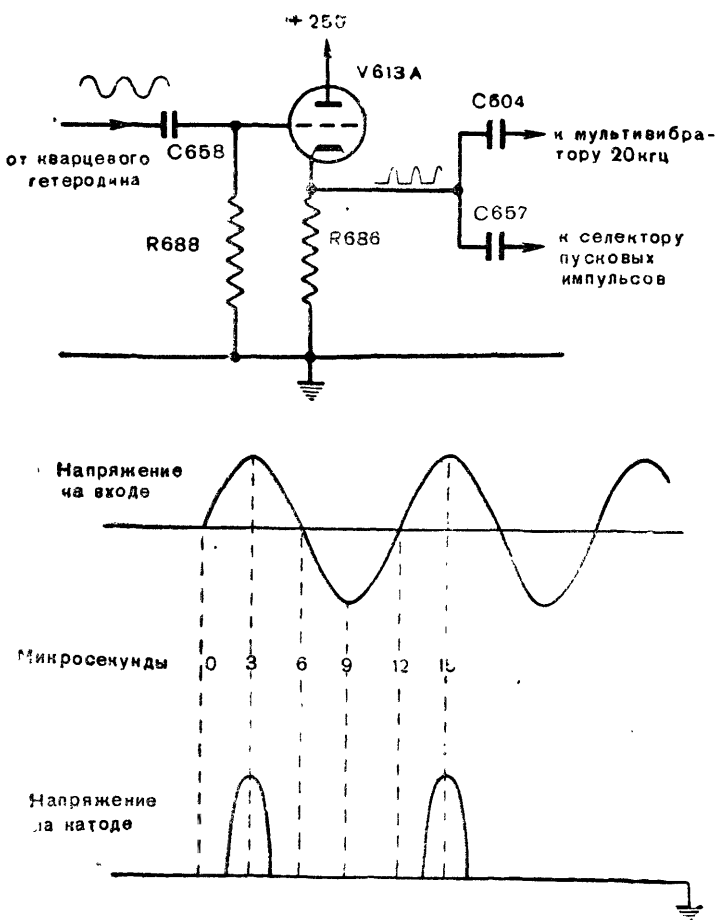


Рис. 92. Упрощенная схема пускового генератора

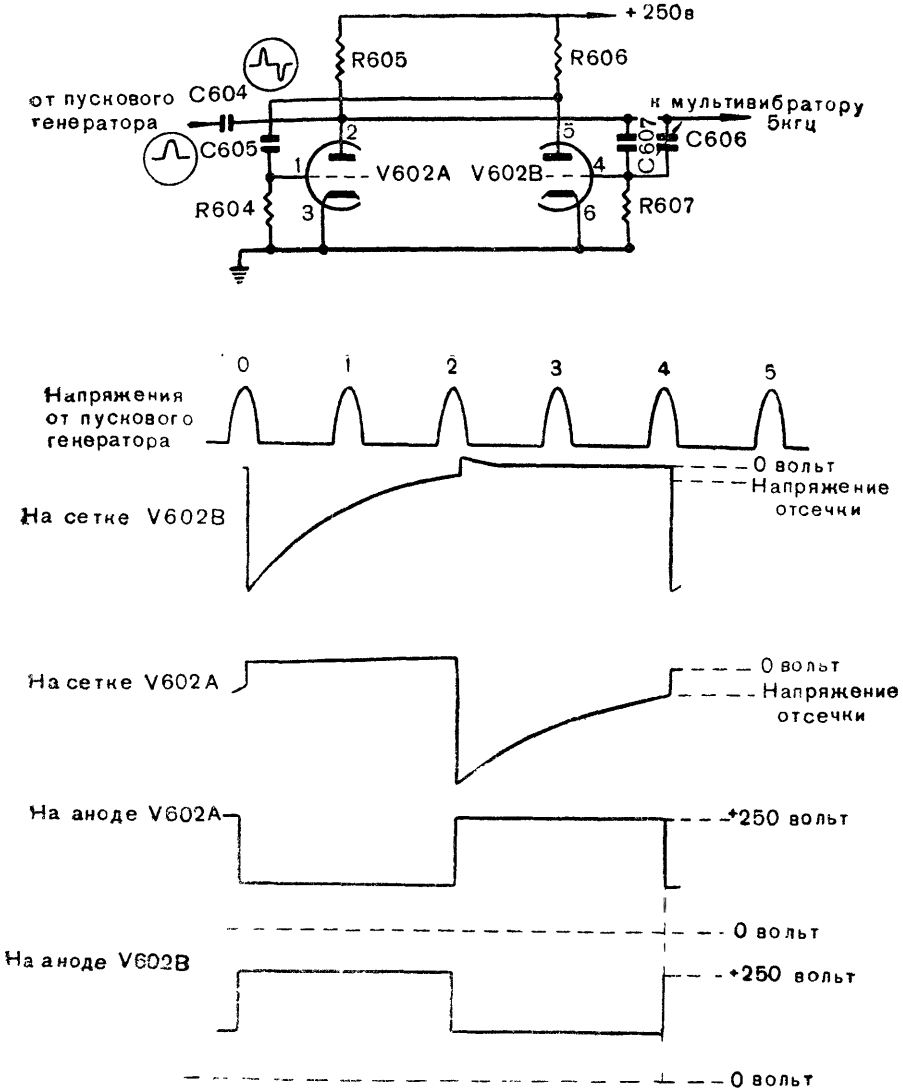


Рис. 93. Упрощенная схема мультивибратора 20 *кгц* и формы действующих в нем напряжений

образом напряжение на сопротивлении R686 принимает форму выпрямленной синусоиды с углом отсечки 60° и частотой 81,95 *кгц*. Это напряжение поступает на мультивибратор 20 *кгц*, работающий на лампе V602 (двойной триод типа 6SN7-GT), выполненный по схеме Абрагама-Блоха. Параметры схемы мультивибратора подобраны таким образом, что он сам вырабатывает периодическое напряжение с частотой несколько менее 20 *кгц*. При воздействии же напряжения от пускового генератора мультивибратор синхронизи-

руется и вырабатывает периодическое напряжение с частотой 20,49 *кгц*, т. е. с частотой, ровно в четыре раза меньшей частоты синхронизирующего напряжения. Таким образом мультивибратор является делителем частоты.

Действие и синхронизацию мультивибратора можно проследить на рис. 93, где изображена упрощенная схема мультивибратора и формы действующих в нем напряжений. Лампа типа 6SN7-GT состоит из двух триодов, имеющих на схеме обозначения V602A и V602B. В анодных цепях триодов имеются одинаковые сопротивления R605 и R606. Сетка триода V602A соединена через сопротивление R604 с катодом, а через конденсатор C605 — с анодом триода V602B. Аналогичным образом соединена и сетка триода V602B. При включении анодного напряжения через триод протекает анодный ток и конденсаторы заряжаются до напряжения, равного падению напряжения на лампах. Можно допустить, что в начальный момент токи, проходящие через лампы, а следовательно, и напряжения на конденсаторах будут одинаковы. Однако такое равновесие в этой системе существовать не может. Вследствие различных причин (флуктуаций) может произойти ничтожное изменение силы тока через триод V602A, например его уменьшение. Это вызовет повышение напряжения на аноде лампы относительно ее катода, и по сопротивлению R607 потечет некоторый ток, заряжающий конденсаторы C606 и C607. Зарядный ток получит такое направление, что падение напряжения на сопротивлении R607 будет создавать положительное напряжение между сеткой и катодом триода V602B. Вследствие этого увеличится анодный ток и уменьшится напряжение на аноде триода V602B. Поэтому конденсатор C605 начнет разряжаться через сопротивление R604 и триод V602B, причем падение напряжения на сопротивлении R604 вызовет отрицательное напряжение на сетке триода V602A и уменьшение его анодного тока. Таким образом при случайном уменьшении анодного тока триода V602A возникает описанный процесс, который приводит к уменьшению анодного тока триода V602A и к увеличению анодного тока триода V602B. Начавшийся процесс продолжается лавинообразно до полного прекращения анодного тока триода V602A. При запирании триода V602A напряжение на его аноде и анодный ток триода V602B достигнут максимальных значений, а напряжение на аноде триода V602B будет минимальным. Такое состояние мультивибратора будет продолжаться до тех пор, пока напряжение на сетке V602A, изменяющееся в процессе разряда конденсатора C605, не достигнет величины напряжения отсечки. При этом лампа V602A откроется, напряжение на ее аноде упадет и начнется процесс опрокидывания мультивибратора, причем конденсаторы C606 и C607 будут разряжаться, а конденсатор C605 — заряжаться. В конце этого процесса триод V602B окажется запертым, напряжение на его аноде станет максимальным, анодный ток триода V602A достигнет максимального значения, а напряжение на его аноде уменьшится. Такое состояние мультивибратора будет продолжаться до тех пор, пока напряжение на сетке V602B в процессе разряда конденсаторов C606 и C607 не достигнет величины напряжения отсечки. Тогда триод

V602B откроется, начнется обратное опрокидывание мультивибратора и т. д. Таким образом происходит процесс собственных колебаний в мультивибраторе, причем частота этих колебаний будет зависеть в основном от постоянных времени сеточных цепей, а фаза — от случайных причин. Для того чтобы получить частоту колебаний в мультивибраторе, ровно в четыре раза меньшую частоты напряжения кварцевого гетеродина, производится синхронизация мультивибратора положительными импульсами от пускового генератора, которые через конденсатор C604 (20 *мкмкф*) подаются на сетку триода V602B. В результате диференцирования положительных импульсов на сетке образуются короткие положительные и отрицательные импульсы. Если отрицательный импульс попадет на сетку триода V602B в момент, когда он открыт и напряжение на его сетке падает, стремясь к нулю со стороны положительных значений, а триод V602A закрыт и напряжение на его сетке приближается к нулю со стороны отрицательных значений, то под воздействием импульса произойдет более раннее опрокидывание мультивибратора. В указанный момент мультивибратор будет иметь наибольшую чувствительность к воздействию внешнего отрицательного импульса, так как импульс, приложенный к сетке открытого триода V602B, создает усиленное изменение (повышение) напряжения на его аноде. Это напряжение через конденсатор C605 передается на сетку триода V602A и вызывает отпирание триода V602A, а следовательно, и опрокидывание мультивибратора. Затем от пускового генератора начнут поступать следующие импульсы, но условия для принудительного опрокидывания создадутся только ко времени прихода четвертого импульса. Для достижения этого устанавливается определенная частота собственных колебаний мультивибратора (она должна быть несколько меньше частоты синхронизирующих импульсов). Частота собственных колебаний мультивибратора регулируется при помощи переменного конденсатора C606, ось регулировки которого выведена на переднюю панель блока и обозначена «20-кс MV».

Напряжение прямоугольной формы с анода триода V602A используется для синхронизации мультивибратора 5 *кгц*.

Мультивибратор 5 *кгц* имеет такую же схему и лампу, как и предыдущий. Элементы схемы рассчитаны таким образом, чтобы частота собственных колебаний мультивибратора была несколько меньше 5 *кгц*. Регулировка частоты собственных колебаний производится при помощи переменного сопротивления R624, ось регулировки которого выведена на переднюю панель блока и обозначена «5-кс MV». Синхронизирующее напряжение с мультивибратора 20 *кгц* через конденсаторы C608 и C611 подается на сетку триода V603B. В цепи, состоящей из конденсаторов C608 (5 *мкмкф*), C611 и сопротивлений R611 и R624, происходит диференцирование напряжения прямоугольной формы; из получающихся при этом коротких отрицательных и положительных импульсов только отрицательные используются для синхронизации мультивибратора. При наличии синхронизации на выходе мультивибратора 5 *кгц* получается напряжение прямоугольной формы с частотой 5,12 *кгц*, т. е. точно в 16 раз

меньшей частоты кварцевого гетеродина. Это напряжение используется далее для синхронизации мультивибратора 1,7 *кгц* и, кроме того, через конденсатор C614 поступает на усилитель 5 *кгц*.

В усилителе 5 *кгц* используется лампа V605 типа 6L6G. Анодной нагрузкой лампы является настроенная на частоту 5,12 *кгц* цепь первичной обмотки фазосдвигающего трансформатора T602. Вследствие этого при подаче на сетку лампы V605 напряжения прямоугольной формы в обмотках L_1 и L_2 фазосдвигающего трансформатора получается синусоидальное напряжение с частотой 5,12 *кгц*.

Фазосдвигающий трансформатор T602 действует аналогично ранее описанному фазосдвигающему трансформатору T601 и создает два напряжения, которые используются для образования круговой развертки грубого отметчика дальности.

Для обеспечения правильной формы развертки грубого отметчика предусмотрены следующие регулировки.

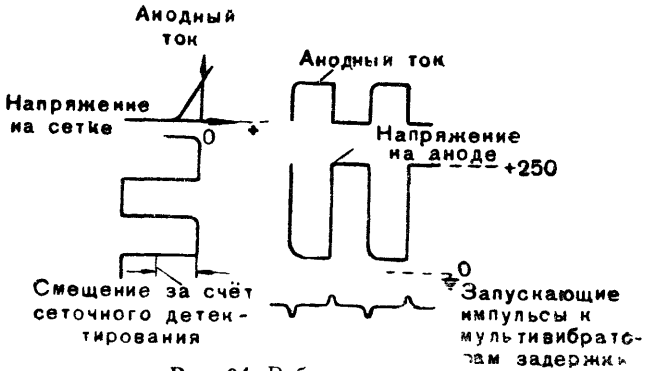


Рис. 94. Работа инвертора

1. Регулировка диаметра развертки; производится с помощью потенциометра R699, ось регулировки которого выведена на переднюю панель блока и обозначена «32 000 yd SWEEP DIAMETER».

2. Настройка первичной обмотки фазосдвигающего трансформатора; производится при помощи подвижного железного сердечника.

3. Настройка вторичной обмотки фазосдвигающего трансформатора; производится при помощи подвижного железного сердечника и переменного конденсатора C620; ось регулировки последнего выведена на переднюю панель блока и обозначена «32 000 yd SWEEP PHASE».

4. Регулировка амплитуды напряжения, снимаемого со вторичной обмотки L_2 с помощью катушки связи *B*; производится переменным сопротивлением R625, ось регулировки которого выведена на переднюю панель блока и обозначена «32 000 yd SWEEP BALANCE».

Все указанные регулировки действуют аналогично соответствующим регулировкам развертки точного отметчика.

Мультивибратор 1,7 *кгц* с лампой V604 типа 6SN7-GT вырабатывает напряжение прямоугольной формы с частотой 1,707 *кгц*. Этот мультивибратор отличается от ранее описанных только

параметрами схемы, вследствие чего частота его собственных колебаний несколько меньше 1,7 *кгц* и он синхронизируется каждым третьим импульсом напряжения от предыдущего мультивибратора. Регулировка частоты собственных колебаний мультивибратора производится при помощи переменного сопротивления R616. Ось регулировки этого сопротивления выведена на переднюю панель блока и имеет надпись «1,7-кс MV».

Таким образом при последовательном делении частоты с помощью трех мультивибраторов (два раза на 4 и один раз на 3) в результате получается напряжение с частотой, в 48 раз меньшей частоты напряжения кварцевого гетеродина.

Напряжение прямоугольной формы с анода лампы V604A мультивибратора 1,7 *кгц* через конденсатор C630 поступает на лампу (V606 типа 6AC7) инвертора. Примерный вид характеристики лампы V606 и форм напряжений, действующих на электродах лампы, показан на рис. 94.

Работа каскада происходит следующим образом. При положительном перепаде напряжения на аноде V604A конденсатор C630 быстро заряжается благодаря сеточным токам лампы V606, и до отрицательного перепада напряжение между сеткой и катодом удерживается около нулевого значения. При отрицательном перепаде напряжения конденсатор C630 разряжается через сопротивление R630 и триод V604A и на сетке лампы V606 устанавливается большое отрицательное напряжение, которое благодаря большой постоянной времени цепи разряда незначительно уменьшается к моменту следующего положительного перепада. При положительном перепаде на сетке снова устанавливается напряжение, близкое к нулю, и т. д. В соответствии с этим меняются анодный ток лампы и напряжение на ее аноде. Характер этих изменений показан на рис. 94. На аноде лампы получается напряжение прямоугольной формы с перепадами, более крутыми

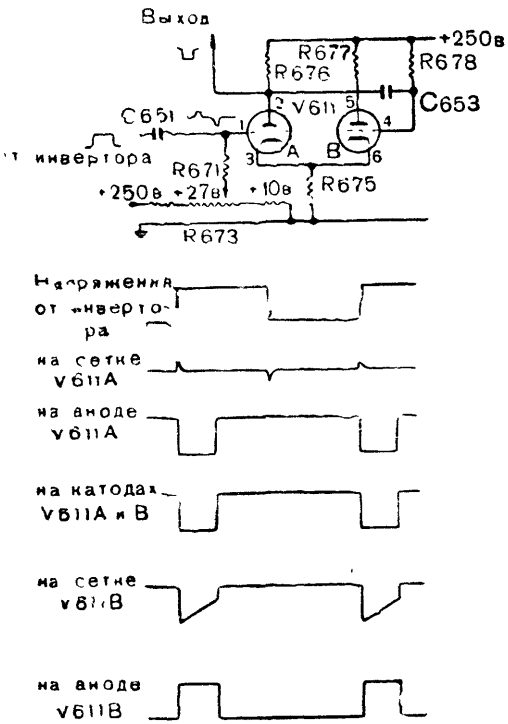


Рис. 95. Упрощенная схема мультивибратора задержки пусковых селекторных импульсов и формы действующих в нем напряжений

и обратными по сравнению с перепадами напряжения, поступающего на ее сетку. Напряжение с анодной нагрузки лампы V606 через конденсаторы C633, C642 и C651 поступает на три мультивибратора: мультивибратор задержки узких селекторных импульсов, мультивибратор задержки широких селекторных импульсов и мультивибратор задержки пусковых селекторных импульсов. Все указанные мультивибраторы имеют аналогичные схемы, одинаковые лампы V607, V609, V611 типа 6SN7-GT, и работа их

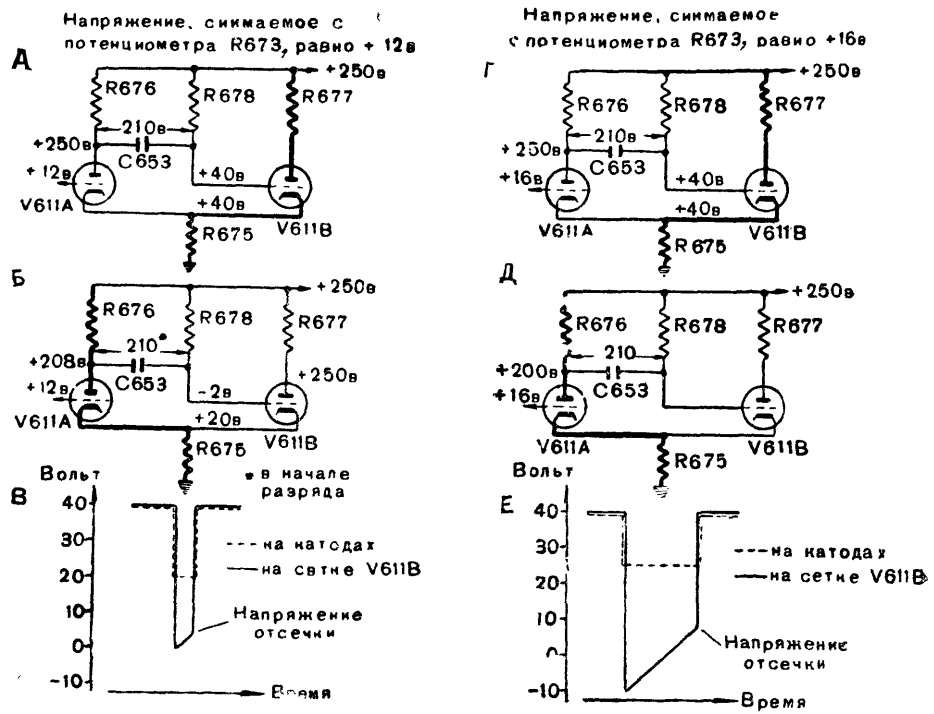


Рис. 96. Работа мультивибратора задержки

протекает одинаково. Разница между ними заключается в основном в различии пределов регулировок. Мультивибраторы задержки в отличие от ранее описанных мультивибраторов не имеют собственного колебательного режима, а работают как реле с задержкой, резко изменяя свое состояние под действием коротких положительных импульсов напряжения и автоматически возвращаясь в исходное состояние через определенное время.

Упрощенная схема мультивибратора задержки пусковых селекторных импульсов и формы действующих в нем напряжений даны на рис. 95. В анодных цепях триодов имеются одинаковые сопротивления R676 и R677, а в катодной цепи — одно общее сопротивление R675. Сетка триода V611A через сопротивление R671 соединена с потенциометром R673 делителя напряжения. Сетка триода V611B соединена через конденсатор C653 с анодом триода

V611A, а через сопротивление R678 — с положительным полюсом источника анодного напряжения. При помощи потенциометра R673, ось которого выведена на панель и обозначена «TRIGGER DELAY», на сетку триода V611A можно подавать положительное напряжение от 10 до 27 *в*. Состояние мультивибратора задержки в различные моменты показано на упрощенных схемах рис. 96, где анодная и катодная цепи открытой (проводящей) лампы выделены жирной линией. На рис. 96, *А* показано состояние мультивибратора при отсутствии запускающего импульса и при наличии на сетке V611A положительного напряжения в 12 *в*, снимаемого с потенциометра R673. В этом случае триод V611B будет открыт. На общем сопротивлении в цепи катодов возникнет падение напряжения порядка 40 *в*. Результирующее напряжение на сетке V611A относительно катода будет равно —28 *в*, следовательно, триод V611A будет закрыт и напряжение на его аноде будет равно 250 *в*. Благодаря наличию сеточных токов на сетке триода V611B установится напряжение +40 *в* относительно земли, т. е. нуль вольт относительно катода. При этом конденсатор C653 зарядится до напряжения в 210 *в*.

Когда мультивибратор находится в таком состоянии и на сетку лампы V611A будет подан короткий положительный импульс, образованный диференцированием прямоугольного напряжения с инвертора (рис. 95), то триод V611A откроется, напряжение на его аноде уменьшится и конденсатор C653 начнет разряжаться через сопротивление R678, вследствие чего напряжение на сетке V611B упадет и анодный ток триода V611B уменьшится. Это вызовет уменьшение падения напряжения на общем катодном сопротивлении и, следовательно, уменьшение отрицательного напряжения между сеткой и катодом триода V611A. Вследствие этого произойдет дальнейшее уменьшение напряжения на аноде триода V611A, которое повлечет дальнейшее развитие вышеописанного процесса до полного запирания триода V611B. Величина анодного тока триода V611A определится величиной результирующего напряжения на сетке, равного разности напряжения на общем катодном сопротивлении и напряжения, снимаемого с потенциометра R673.

Описанное состояние мультивибратора показано на рис. 96, *Б*. Такое состояние будет длиться до тех пор, пока падение напряжения на сопротивлении R678 в процессе разряда конденсатора C653 не уменьшится настолько, что напряжение на сетке триода V611B достигнет величины отсечки. В этот момент триод V611B откроется, напряжение на сопротивлении в цепи катодов начнет возрастать и запрет триод V611A. Одновременно с увеличением этого напряжения на аноде триода V611A будет уменьшаться скорость разряда конденсатора C653 и увеличиваться скорость нарастания напряжения на сетке V611B. Процесс будет продолжаться до тех пор, пока не произойдет запирания лампы V611A. Таким образом мультивибратор возвращается в состояние, показанное на рис. 96, *А*. На графике *В* показаны соответствующие изменения напряжения на сетке триода V611B и на сопротивлении в цепи

катодов. Промежуток времени между перепадами напряжения является величиной задержки, создаваемой мультивибратором.

Время задержки определяется временем разряда конденсатора C653 до момента отпирания триода V611B. Оно зависит от напряжения на аноде триода V611A, определяемого напряжением на сетке, которое снимается с потенциометра R673 при состоянии мультивибратора, показанном на рис. 96, *Б*.

Зависимость времени задержки от напряжения, снимаемого с потенциометра R673, имеет (приблизительно) линейный характер. Это используется в работе мультивибратора задержки узких селекторных импульсов.

Работа мультивибратора задержки пусковых селекторных импульсов при напряжении +16 *в*, снимаемом с потенциометра R673, показана на рис. 96, *Г*, *Д*, *Е*.

При работе мультивибратора задержки пусковых селекторных импульсов на аноде триода V611A (рис. 88) получаются прямоугольные импульсы напряжения, причем длительность этих импульсов может регулироваться путем изменения момента возникновения положительного перепада. Эти импульсы через диференцирующую цепь поступают на сетку триода V612A мультивибратора ширины пусковых импульсов. При диференцировании прямоугольного импульса от положительного его перепада (регулируемого) на сопротивлении R679 получается короткий положительный импульс, который запускает мультивибратор ширины пусковых импульсов.

Мультивибратор ширины пусковых импульсов по своей схеме и принципу работы совершенно аналогичен мультивибратору задержки. Различие между ними заключается в параметрах схемы. Кроме того, этот мультивибратор не имеет регулировки длительности импульсов. Он вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью около 6 *мксек*.

Вырабатываемые мультивибратором импульсы поступают далее на буферный каскад с катодной нагрузкой. В этом каскаде используется триод *В* лампы V613 (триод *А* используется в пусковом генераторе). Буферный каскад служит для исключения влияния селектора пусковых импульсов на работу мультивибратора ширины.

Селектор пусковых импульсов является конечным звеном цепи формирования пусковых импульсов. В состав селектора пусковых импульсов входит лампа V614 типа 6AG7. На управляющую и экранирующую сетки этой лампы поданы постоянные отрицательные напряжения соответственно 5 и 10 *в*, так что лампа оказывается запертой по обеим сеткам. Через конденсатор C657 на управляющую сетку подается напряжение в виде положительных импульсов с частотой 81,95 *кгц* от пускового генератора. Форма этих импульсов показана на рис. 92. На экранирующую сетку через конденсатор C659 подаются импульсы с частотой 1,707 *кгц* от буферного каскада. Лампа V614 открывается только в том случае, когда импульс от буферного каскада совпадет по времени с вершиной одного из импульсов от пускового генера-

тора. При выбранном соотношении частот такое совпадение происходит один раз через каждые 48 импульсов, приходящих от пускового генератора. Ширина импульсов от буферного каскада должна быть меньше 12 *мксек*, т. е. меньше периода напряжения от пускового генератора. В противном случае будут получаться двойные запускающие импульсы.

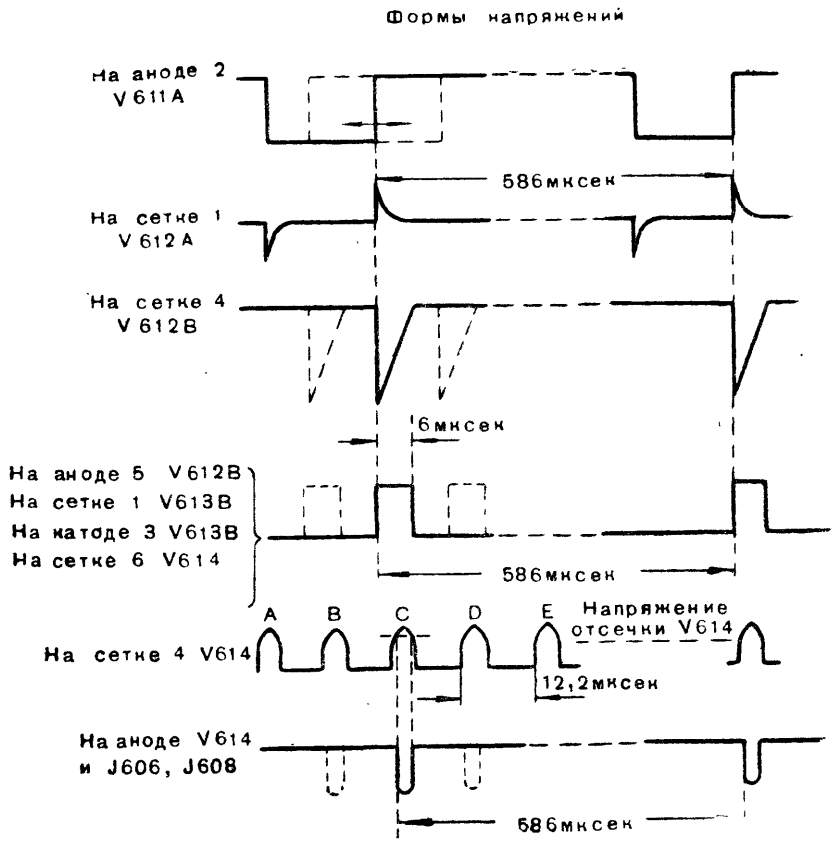


Рис. 97. Образование пусковых импульсов

Регулировкой задержки можно добиться совпадения селекторных пусковых импульсов с одним из трех импульсов *B*, *C* или *D* (рис. 97), поступающих от пускового генератора. Регулировка задержки производится при помощи потенциометра R673, ось которого выведена на панель блока и обозначена «TRIGGER DELAY».

Пусковые (отрицательные) импульсы, которые вырабатываются при совпадении импульсов, поступающих на селектор, снимаются с анода лампы V614 и подаются через конденсатор C660 на понижающий автотрансформатор T603. Благодаря наличию конденсатора постоянная слагающая тока в обмотке трансформатора отсутствует. Понижающий автотрансформатор имеет низкое выходное

сопротивление и служит для согласования выхода селектора с низкоомным кабелем, по которому пусковые импульсы передаются на драйвер модулятора и отметчик кругового обзора.

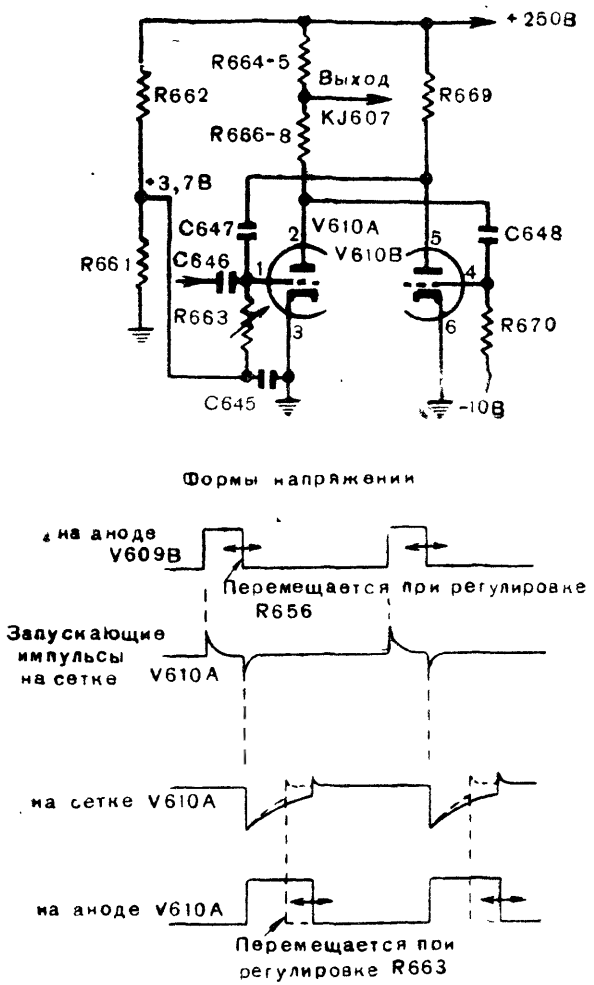


Рис. 98. Упрощенная схема мультивибратора продолжительности широких селекторных импульсов и формы действующих в нем напряжений

Мультивибратор задержки широких селекторных импульсов (лампа V609) работает таким же образом, как и мультивибратор задержки пусковых импульсов, описанный выше. Регулировка задержки производится при помощи потенциометра R656, ручка которого выведена на переднюю панель и обозначена «WIDE GATE DELAY».

Положительные импульсы прямоугольной формы, снимаемые с анода лампы V609B мультивибратора задержки широких селек-

торных импульсов, подаются через диференцирующую цепь на мультивибратор продолжительности широких селекторных импульсов.

Мультивибратор продолжительности широких селекторных импульсов (лампа V610 типа 6SN7-GT) представляет собой устройство типа реле с задержкой. Упрощенная схема и кривые напряжений его представлены на рис. 98. Эта схема подобна схеме мультивибраторов деления частоты, рассмотренных выше, и отличается от нее только тем, что сетки триодов соединены через сопротивления не с катодами, а с источниками постоянных напряжений. На сетку триода V610A подается положительное напряжение 3,7 *в* с делителя R662 и R661, а на сетку триода V610B отрицательное напряжение в 10 *в*, поступающее с блока питания. Благодаря этому мультивибратор не имеет собственного непрерывного колебательного режима и при отсутствии запускающего импульса триод V610A всегда открыт, а триод V610B всегда закрыт.

В результате диференцирования импульсов, поступающих от мультивибратора задержки широких селекторных импульсов, на сетке триода V610A действуют поочередно положительные и отрицательные импульсы. Положительный импульс не может изменить состояние мультивибратора, так как триод V610A открыт, а отрицательный импульс уменьшает анодный ток триода V610A, вследствие чего напряжение на его анод возрастет. С увеличением напряжения на аноде возникает зарядный ток конденсатора C648, который скомпенсирует смещение —10 *в* и откроет триод V610B. Напряжение на его аноде уменьшится, что вызовет разряд конденсатора C647 и, следовательно, понижение напряжения на сетке триода V610A. Так как описанный процесс происходит лавинообразно, то под воздействием отрицательного импульса на сетке триода V610A произойдет опрокидывание мультивибратора, приводящее к резкому возрастанию напряжения на аноде триода V610A вследствие его запирания (нижний график на рис. 98). Такое состояние мультивибратора будет продолжаться до тех пор, пока падение напряжения на сопротивлении R663, вызванное током разряда конденсатора C647, не достигнет величины отсечки, после чего триод V610A начнет проводить ток. При этом напряжение на его аноде начнет падать, заряд конденсатора C648 прекратится и начнется его разряд. Возникающее в процессе разряда конденсатора C648 отрицательное падение напряжения на сопротивлении R670 запирает триод V610B, вследствие чего увеличивается проводимость триода V610A. После этого происходит обратное опрокидывание мультивибратора, причем напряжение на аноде триода V610A резко уменьшается и достигает прежней величины. В этом состоянии мультивибратор будет находиться до следующего отрицательного запускающего импульса. Запускающие импульсы поступают с частотой 1,707 *кгц*, следовательно, и на аноде триода V610A будут возникать импульсы напряжения с такой же частотой, причем длительность или ширина их будет зависеть от величины постоянной времени цепи C647, R663. На аноде триода V610A получаются широкие селекторные импульсы, которые используются

для подсветки развертки трубки грубого отметчика. Регулировка ширины импульсов производится при помощи переменного сопротивления R663, ось которого выведена на переднюю панель блока и обозначена «WIDE GATE WIDTH». Ширину импульсов можно регулировать в пределах от 0 до 195 *мксек*, а задержку их, которая определяется работой мультивибратора задержки широких селекторных импульсов, можно регулировать (ручкой «WIDE GATE DELAY») в пределах от 0 до 50 *мксек*. Эта ручка устанавливается

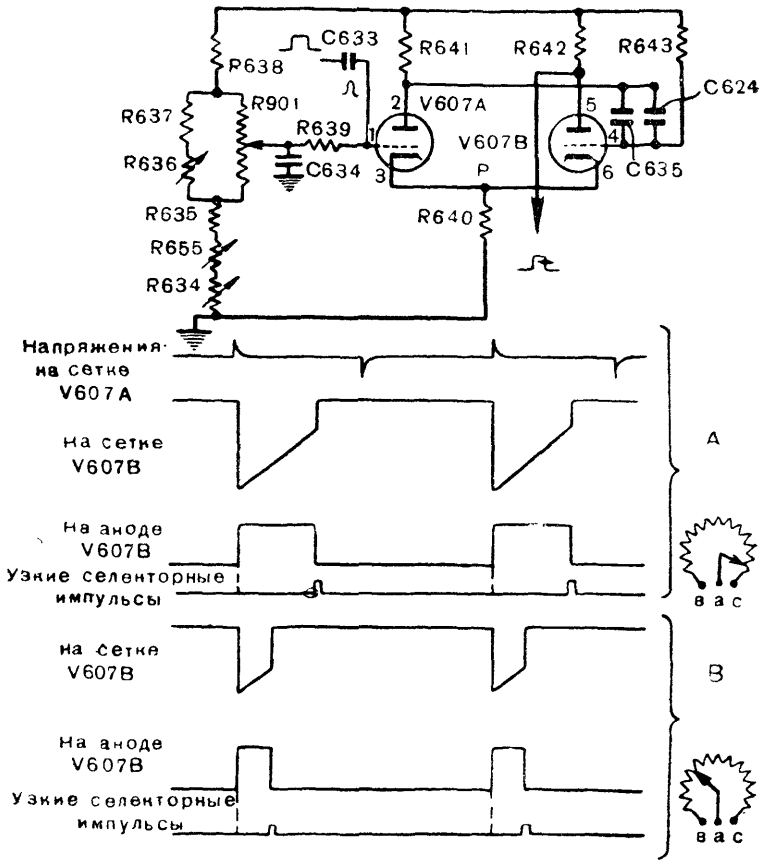


Рис. 99. Упрощенная схема мультивибратора задержки узких селекторных импульсов и формы действующих в нем напряжений

так, чтобы начало подсветки развертки трубки грубого отметчика совпадало с началом импульса передатчика. Ось «WIDE GATE WIDTH» устанавливается таким образом, чтобы был освещен один полный круг развертки грубого отметчика. Мультивибраторы задержки и ширины узких селекторных импульсов (лампы V607 и V608 типа 6SN7-GT) вырабатывают узкие селекторные импульсы, которые служат для подсветки участка развертки трубки точного отметчика дальности и отпирания канала управления антенной главного усилителя. Оба эти мультивибратора по своему устройству и

работе подобны соответствующим мультивибраторам широких селекторных импульсов и отличаются лишь параметрами схемы, позволяющими регулировать величину задержки узких селекторных импульсов в пределах 0—195 *мксек* и их ширину в пределах 0—100 *мксек*.

Система регулировки задержки узких селекторных импульсов поясняется рис. 99. Напряжение на сетке лампы V607A изменяется при помощи потенциометра R901, расположенного в блоке отметчиков дальности. Ось потенциометра связана механической передачей с визирами и штурвалом дальности. При сопровождении цели по дальности подсвеченный участок развертки точного отметчика должен перемещаться по развертке вместе с визиром. Следовательно, задержка узких селекторных импульсов должна изменяться линейно в зависимости от поворота визиров и оси потенциометра R901. На рис. 99 даны две группы графиков *A* и *B* соответственно двум положениям оси потенциометра R901. В рассматриваемом мультивибраторе зависимость задержки от положения ползунка потенциометра имеет линейный характер, за исключением области малых задержек (порядка нескольких микросекунд), где она нелинейна. Для того чтобы не работать в нелинейной области, импульс передатчика задерживается по времени относительно запуска мультивибраторов задержки на величину не менее ширины нелинейной области. Это смещение импульса передатчика осуществляется регулировкой задержки пускового селекторного импульса до совпадения его со вторым или третьим пиком пускового генератора относительно пика *A*, запускающего мультивибраторы задержки (рис. 97). Сместив таким образом импульсы передатчика на 12,2 или 24,4 *мксек*, необходимо обеспечить, чтобы узкие селекторные импульсы вырабатывались одновременно с импульсами передатчика при нулевом положении потенциометра задержки R901, т. е. когда его ползунок находится в точке *B* (рис. 99). Величина напряжения, снимаемого с потенциометра в начальной точке *B*, а следовательно, и начальная задержка регулируются с помощью переменных сопротивлений R634 и R655. Первое сопротивление позволяет производить регулировку в широких пределах. Ось регулировки этого сопротивления выведена на шасси блока и обозначена «NARROW GATE DELAY COARSE». Регулировку в более узких пределах можно производить при помощи сопротивления R655, ручка которого выведена на панель блока и обозначена «NARROW GATE DELAY». Далее необходимо, чтобы при вращении оси потенциометра R901 и связанного с ней визира точного отметчика засвеченный участок развертки перемещался вместе с визиром. Для этого при движении подвижного контакта *A* потенциометра R901 от точки *в* до *с* напряжение на сетке лампы V607A должно изменяться на такую величину, которая обеспечивала бы необходимое изменение задержки, т. е. «масштабы» потенциометра и шкалы дальности должны быть согласованы. Это согласование достигается регулировкой величины переменного сопротивления R636, ось которого помещается на шасси блока и обозначена «NARROW GATE». На рис. 100 показано распо-

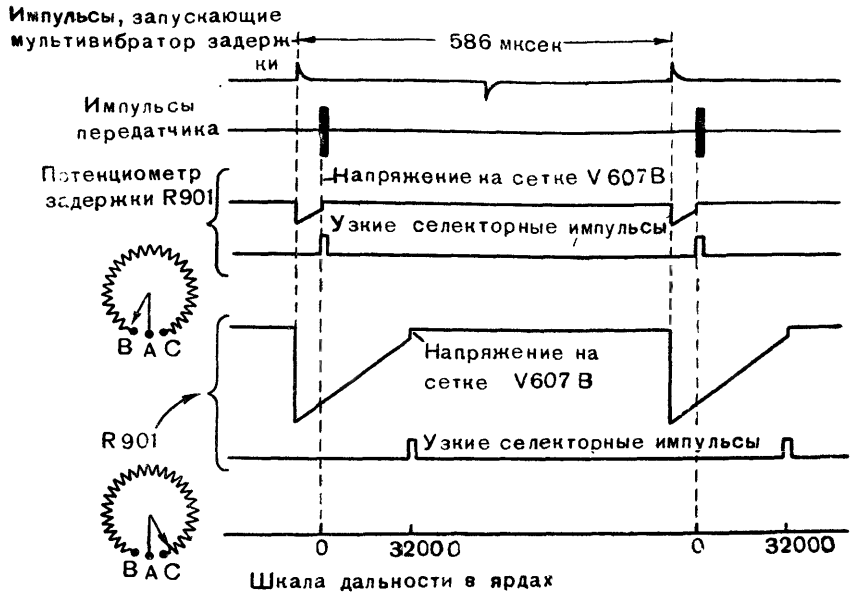


Рис. 100. Расположение импульсов при согласованном изменении задержки узких селекторных импульсов с изменением дальности

ложение импульсов во времени при двух крайних положениях ползунка потенциометра R901.

Полная схема блока дальности приведена на рис. 101.

25. БЛОК ОТМЕТЧИКОВ ДАЛЬНОСТИ

Устройство блока отметчиков дальности и его передняя панель показаны на рис. 102 и 103.

Блок отметчиков дальности позволяет непрерывно определять наклонную дальность цели (сопровождение цели по дальности). Для этого производится совмещение визирных нитей с отраженным от цели сигналом, наблюдаемым на экранах трубок грубого и точного отметчиков. Визирные нити нанесены на прозрачных дисках, помещенных перед экранами трубок. На диске грубого отметчика имеется одна визирная линия, на диске точного отметчика — две визирные линии под углом 30° одна к другой. Одна из них (тонкая) совмещается с началом отраженного от цели импульса. Для отсчета дальности имеются шкалы, которые размещены по окружностям экранов отметчиков. Вращение визирных дисков производится вручную при помощи штурвала дальности, который расположен на передней панели блока и обозначен «SLEWING», или же при помощи системы полуавтоматического сопровождения. Управление этой системой производится с помощью штурвала, находящегося также на передней панели и обозначенного «TRACKING».

Одновременно с вращением визирных дисков происходит вращение оси потенциометра задержки узких селекторных импульсов, оси потенциометра дальности и роторов сельсинов дальности. Схема механической связи между указанными элементами показана на рис. 104.

Частоты напряжений, образующих развертки на трубках отметчиков, относятся как 1 : 16. Поэтому скорости движения электронных лучей по линии разверток, а следовательно, и масштабы разверток находятся в таком же соотношении. Положения, последовательно проходимые световыми пятнами на экранах трубок отметчиков, иллюстрируются рис. 105. В соответствии с масштабами разверток визирный диск грубого отметчика соединен со штурвалом дальности передачей 1 : 16, а визирный диск точного отметчика — передачей 1 : 1. Благодаря механической связи оси потенциометра задержки узких селекторных импульсов со штур-

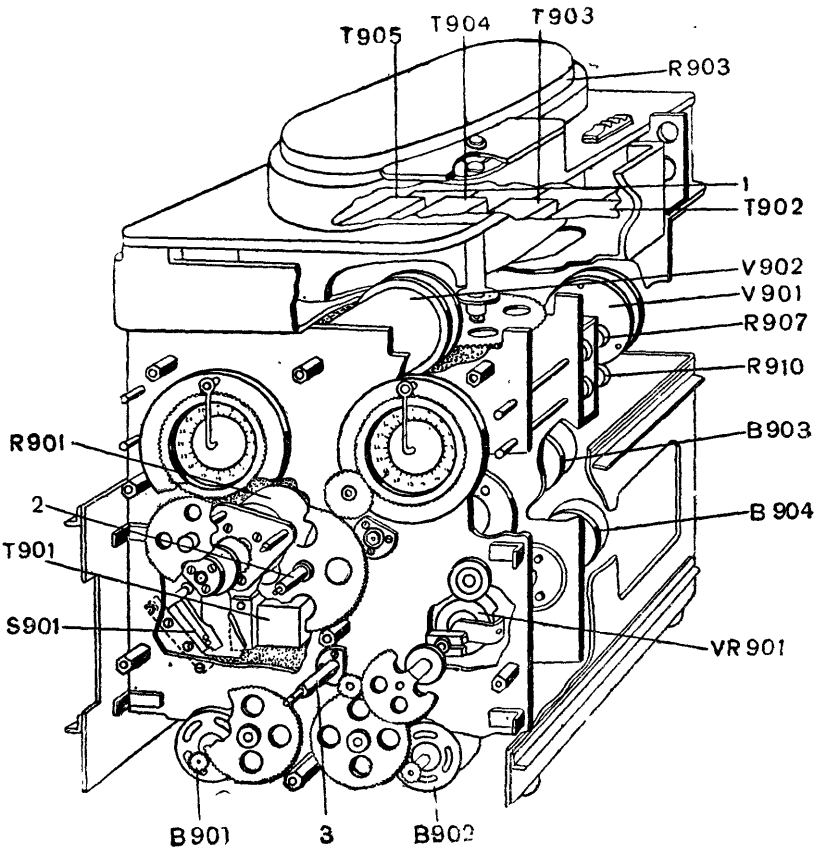


Рис. 102. Устройство блока отметчиков дальности:

ышающие трансформаторы развертки; 2 — главный вал; 3 — вал системы томатического сопровождения; R901 — потенциометр задержки узких селек- импульсов; R903 — потенциометр дальности; B903, B904 — точный и грубый сельсины-датчики дальности

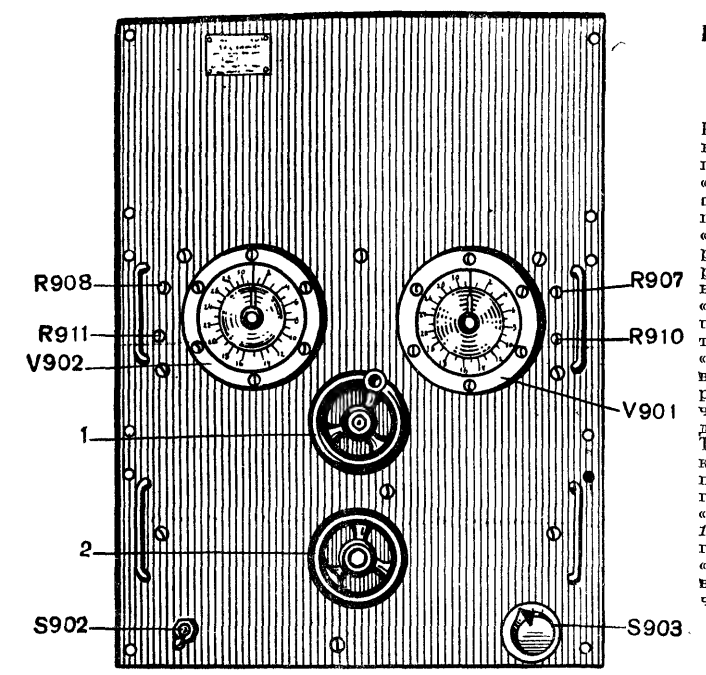


Рис. 103. Передняя панель блока отметчиков дальности:

R908 — регулятор фокусировки трубки грубого отметчика «FOCUS»; R911 — регулятор яркости грубого отметчика «INTENSITY»; R907 — регулятор фокусировки трубки точного отметчика «FOCUS»; R910 — регулятор яркости точного отметчика «INTENSITY»; S902 — выключатель моторов полуавтоматического сопровождения «RANGE MOTORS»; S903 — переключатель скорости полуавтоматического сопровождения «TRACKING RATIO»: *1* — штурвал ручного сопровождения «SLEWING»; *2* — штурвал полуавтоматического сопровождения «TRACKING»

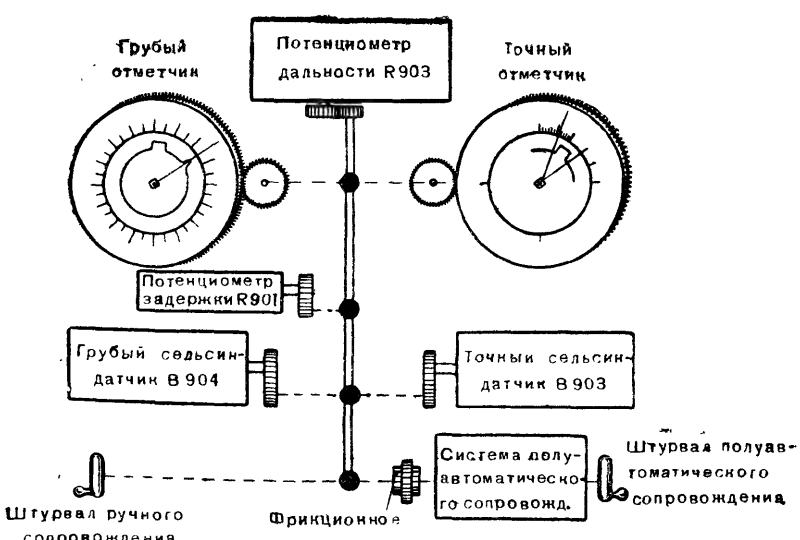


Рис. 104. Схема механической связи элементов в блоке отметчиков дальности

валом дальности подсветка развертки, создаваемая узкими селекторными импульсами, движется по линии развертки точного отметчика вместе с визиром.

Система полуавтоматического сопровождения предназначена для облегчения сопровождения целей по дальности. Система состоит из моторов, передаточных шестерен и диференциалов. При повороте штурвала «TRACKING» на некоторый угол происходит поворот главного вала на некоторый пропорциональный угол. Одновременно с этим вал получает дополнительную скорость вращения от моторов системы полуавтоматического сопровождения. При повороте штурвала «TRACKING» на больший угол в том же направлении главный вал также поворачивается на соответствующий угол и одновременно увеличивается скорость вращения его от моторов. Таким образом при помощи одного штурвала осуществляется управление вращением главного вала по углу и по скорости. Зависимость положения визирных нитей на шкале дальности от поворота штурвала «TRACKING» показана на рис. 106.

Точность сопровождения цели с применением системы полуавтоматического сопровождения иллюстрируется рис. 107, *В*. На рис. 107, *А* показана система, которая позволяет управлять скоростью вращения главного вала блока. Из сравнения рисунков следует, что примененная в станции система полуавтоматического сопровождения позволяет вести сопровождение цели с большей точностью, чем система сопровождения по скорости.

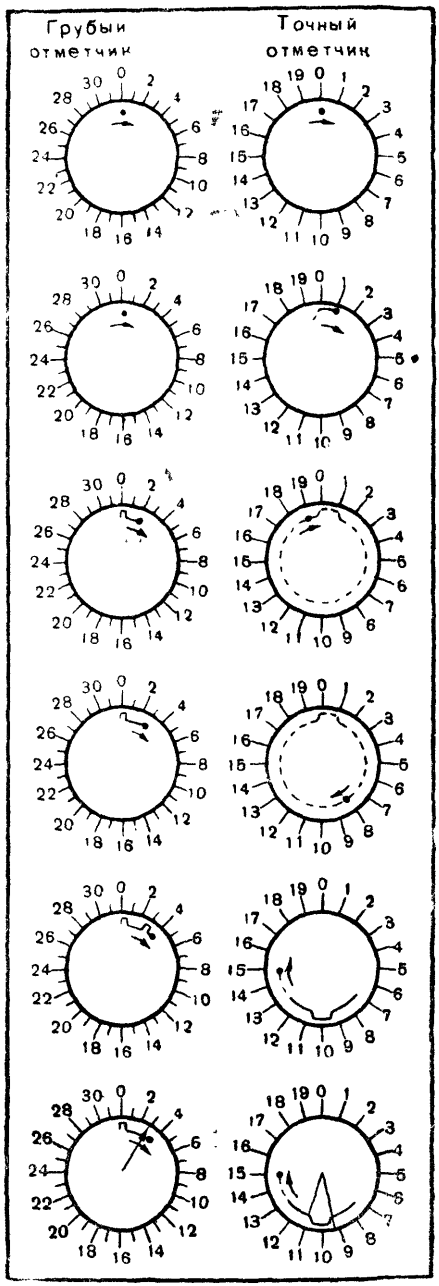


Рис. 105. Движение световых пятен по экранам трубок грубого и точного отметчиков

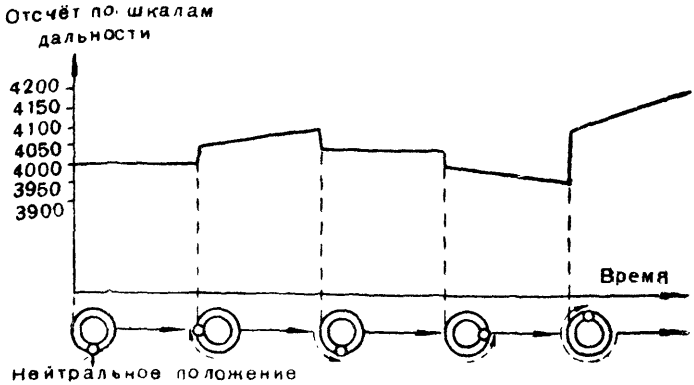


Рис. 106. Зависимость положения визиров дальности от поворота штурвала полуавтоматического сопровождения

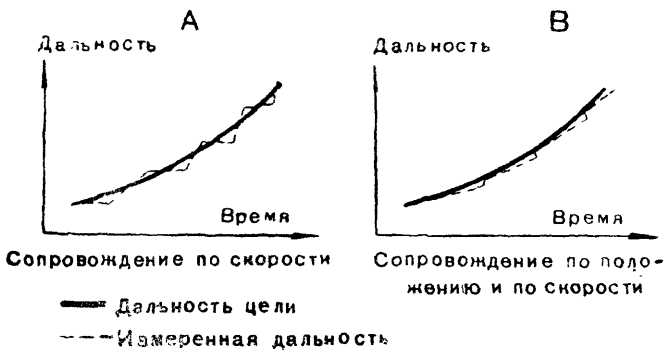


Рис. 107. Кривые, характеризующие полуавтоматическое сопровождение цели по дальности

26. РАБОТА БЛОКА ОТМЕТЧИКОВ ДАЛЬНОСТИ

Полная электрическая схема блока отметчиков приведена на рис. 108. Упрощенная схема грубого и точного отметчиков приведена на рис. 109.

В отметчиках применены электронно-лучевые трубки типа 3DP1 (V902 и V901). Эти трубки имеют экран диаметром 3 дюйма, взаимно перпендикулярные пары отклоняющих пластин и дополнительный отклоняющий электрод, впаянный в центр экрана. На пары отклоняющих пластин трубки V902 грубого отметчика и трубки V901 точного отметчика подаются напряжения развертки от вторичных обмоток повышающих трансформаторов T904, T905 и T902, T903. Первичные обмотки этих трансформато-

ров получают напряжения от фазосдвигающих трансформаторов T602 и T601, расположенных в блоке дальности.

Для уменьшения влияния емкости кабеля (идущего к блоку отметчиков) напряжения развертки в катушках связи фазосдвигающих трансформаторов несколько понижены.

Повышающие трансформаторы настраиваются по частоте в резонанс с подаваемыми на них напряжениями с помощью железных сердечников, положение которых отрегулировано на заводе. Настройкой в резонанс достигается дополнительная фильтрация выходных напряжений от гармоник, присутствующих в питающих трансформаторах.

Для центрирования развертки (совмещения ее центра с центром экрана трубки V902) отклоняющие пластины (по одной из каждой пары) соединены с землей через сопротивления R923 и R921, а другие соответственно с потенциометрами R622 и R623. Потенциометры присоединены к делителю напряжения таким образом, что с их ползунков можно снимать напряжения в пределах от —100 до +100 *в* относительно земли. Аналогичная схема центрирования развертки имеется для трубки V901. Регулировка центрирующих напряжений для этой трубки производится потенциометрами R628 и R629. Делитель напряжения и центрирующие потенциометры расположены в блоке дальности. Оси потенциометров выведены на переднюю панель блока и обозначены «CENTERING».

Анодное напряжение для трубок отметчиков снимается с делителя напряжения, состоящего из сопротивлений от R904 до R911. На делитель подается напряжение 2000 *в* от выпрямителя, находящегося в блоке питания системы дальности. Положительный полюс выпрямителя заземлен. Вторые аноды трубок также заземлены, а катоды соединены с точкой *X* делителя. Между этой точкой и землей имеется напряжение несколько менее 2000 *в*.

Отрицательные напряжения на управляющие электроды трубок снимаются с потенциометров R910 и R911, которые являются составными частями делителя. С помощью этих потенциометров производится регулировка интенсивности электронного луча трубки, т. е. яркости развертки. Оси потенциометров R910 и R911 выведены на переднюю панель блока отметчиков и обозначены «INTENSITY».

Напряжения на первые аноды трубок подаются с потенциометров R907 и R908, оси которых выведены на переднюю панель блока отметчиков и обозначены «FOCUS». Регулировкой этих потенциометров производится фокусирование электронных лучей.

Нити накалов трубок соединены с катодом и питаются от специального трансформатора T901, расположенного в блоке отметчиков. Вторичная обмотка этого трансформатора имеет высокую изоляцию, так как она находится под напряжением 2000 *в* относительно шасси блока.

Для подсвечивания участка развертки трубки V901 точного отметчика и одного оборота развертки трубки V902 грубого отметчика на управляющие электроды трубок через конденсаторы

С905 и С904 подаются соответственно узкие и широкие селекторные импульсы, вырабатываемые в блоке дальности.

Отраженный от цели сигнал с выхода видео-усилителя (канала дальности приемника) поступает на центральные отклоняющие электроды трубок. Отраженный сигнал имеет отрицательный знак и прямоугольную форму, поэтому он отклоняет электронные лучи трубок от центра экрана и развертка принимает форму круга с прямоугольным выбросом (зубцом). Угловая величина выброса на развертке точного отметчика составляет 30°, на трубке грубого отметчика — около 2°.

На общей электрической схеме (рис. 108) показана часть схемы включения моторов системы полуавтоматического сопровождения и органов управления ими, которые расположены в блоке отметчиков. Упрощенная схема цепей моторов приведена на рис. 110. Показанные на этой схеме кенотроны V801, V802, V803 и автотрансформаторы Т801, Т802 и Т803 расположены в блоке питания системы дальности.

Обмотка автотрансформатора Т801 имеет несколько выводов. На выводах обозначены величины напряжений автотрансформатора относительно начала обмотки, начало обмотки имеет обозначение 0 *в*. Якорные обмотки моторов В901 и В902 питаются от двух выпрямителей. Напряжение на аноды ламп этих выпрями-

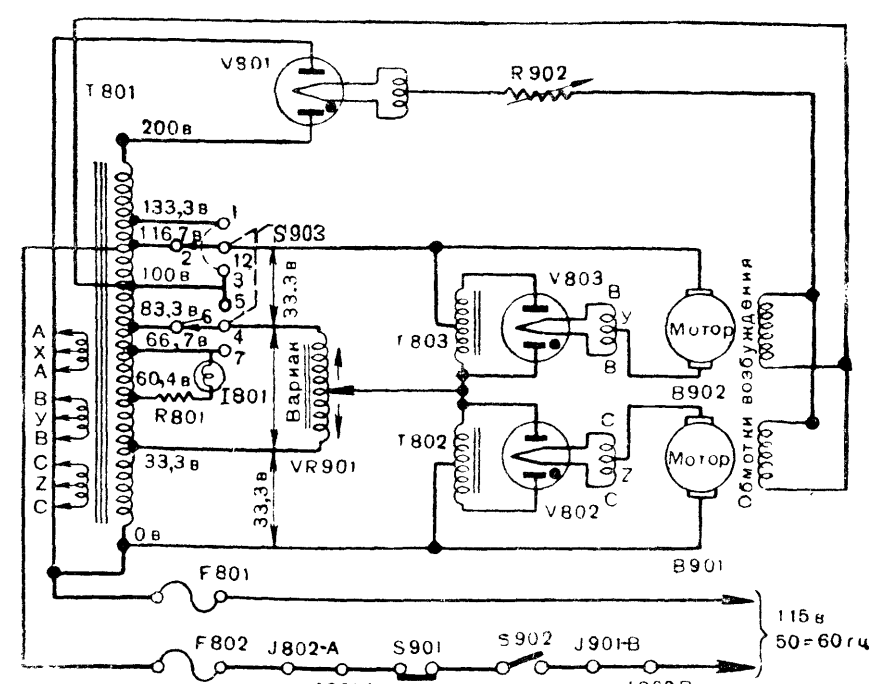


Рис. 110. Упрощенная схема цепей моторов сопровождения

телей (V802 и V803) поступает от автотрансформаторов T802 и T803, которые питаются от автотрансформатора T801 через вариак VR901. При среднем положении ползунка вариака на якори моторов поступают одинаковые напряжения и моторы вращаются с одинаковой скоростью. При смещении ползунка от среднего положения напряжение на якоре одного из моторов повышается, а на якоре другого понижается, что соответственно изменяет скорости моторов. Обмотки возбуждения моторов питаются от выпрямителя, работающего на лампе V801, через реостат R902, ось регулировки которого расположена на шасси блока и обозначена «MOTOR SPEED». При помощи этого реостата можно одновременно увеличивать или уменьшать скорости вращения обоих моторов. Напряжения на автотрансформаторах T802 и T803 можно изменять при помощи переключателя S903, ручка которого выведена на переднюю панель и обозначена «TRACKING RATIO». Переключатель имеет три положения, которые на панели обозначены «1», «½», «⅓». Наибольшее напряжение на моторы поступает при положении переключателя «⅓», что соответствует наибольшим пределам регулировки скорости моторов при помощи вариака. Включение питания моторов B901 и B902 производится тумблером S902, расположенным на панели блока отметчиков и обозначенным «RANGE MOTORS».

Ползунок вариака механически связан со штурвалом полуавтоматического сопровождения «TRACKING».

Упрощенная кинематическая схема механизмов блока отметчиков дальности приведена на рис. 111.

Основной вал *F* связан механическими передачами со всеми элементами блока. Вал приводится во вращение штурвалом «SLEWING» через фрикционное сцепление *A* или от системы полуавтоматического сопровождения через фрикционное сцепление *B*.

Моторы B901 и B902 вращаются в разные стороны. Разность скоростей вращения их определяется положением ползунка вариака VR901. Вращения обоих моторов складываются алгебраически в диференциале *1*, вследствие чего скорость и направление вращения вала *X* зависят от величины и знака разности скоростей вращения моторов. Вращение вала *S* от штурвала «TRACKING» вызывает перемещение ползунка вариака и передается на диференциал *2*. Диференциал *2*, складывая вращения валов *SA* и *X*, вызывает вращение вала *R*, которое затем передается на основной вал *F*. Таким образом поворот штурвала «TRACKING» передается основному валу *F* и одновременно вызывает изменение скорости его равномерного вращения моторами B901 и B902.

Вал *S* снабжен тормозом, который действует непрерывно и предотвращает передачу вращения вала *X* на вал *S* через диференциал *2*. В предельных положениях вала *F* кулачок на валу *XA* приводит в действие ограничительный выключатель S901 (рис. 110), разрывающий цепь питания моторов. Дальнейшее движение вала *F* ограничивается механическим стопором, укрепленным на валу *C*.

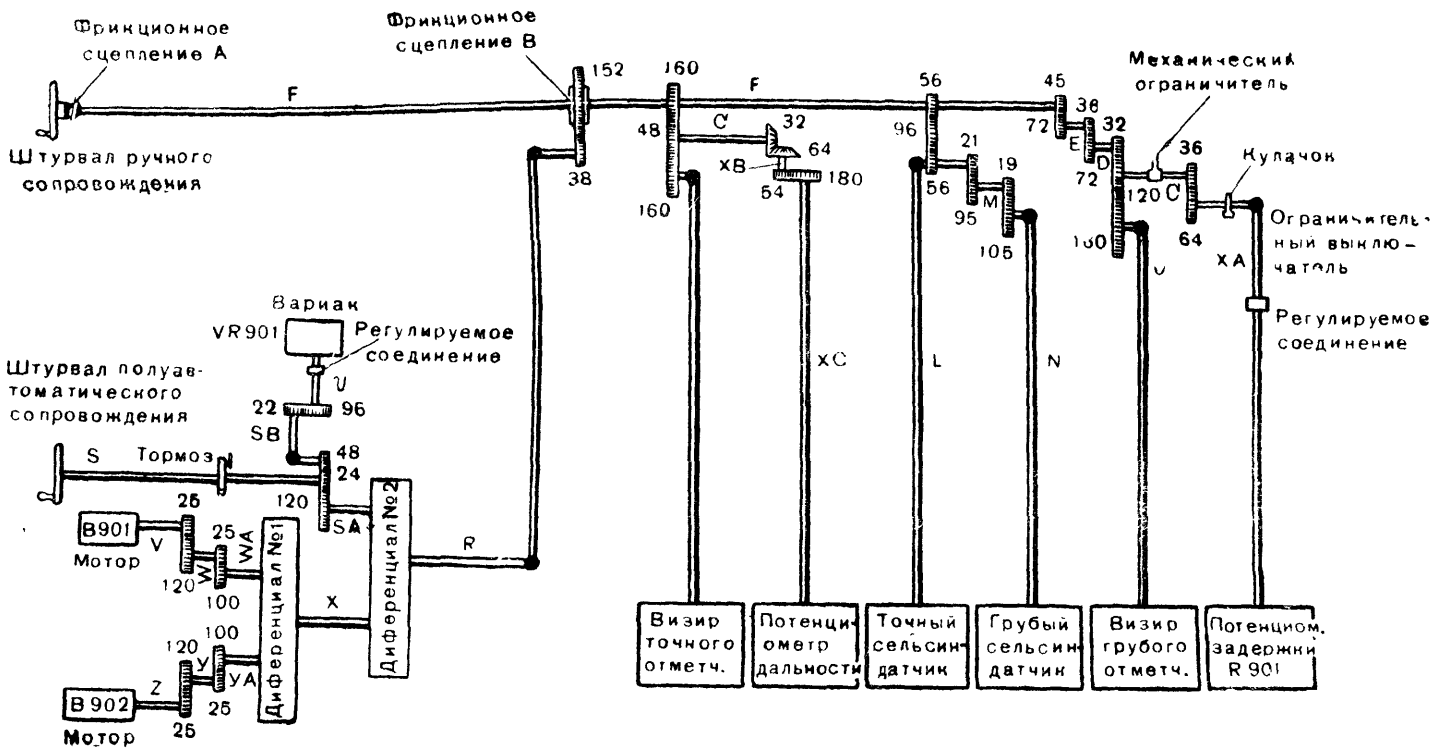


Рис. 111. Упрощенная кинематическая схема механизмов блока отметчиков дальности

Цифры около шестерен указывают количество зубцов

27. БЛОК ПИТАНИЯ СИСТЕМЫ ДАЛЬНОСТИ

Схема блока приведена на рис. 112. Шасси и передняя панель блока показаны на рис. 113 и 114.

В блок входят следующие выпрямители:

1) выпрямители питания моторов системы полуавтоматического сопровождения;

2) выпрямитель питания блока дальности;

3) выпрямитель питания трубок отметчиков дальности.

Выпрямители питания моторов имеют лампы V801, V802 и V803 типа 83 и автотрансформаторы T801, T802, T803 (упрощенная схема выпрямителей приведена на рис. 110). Выпрямители, работающие на лампах V802 и V803, имеют схемы двухполупериодного выпрямления и служат для питания якорей моторов B901 и B902. Выпрямитель на лампе V801 работает по схеме однополупериодного выпрямления и служит для питания обмоток возбуждения моторов. Лампа I801, расположенная на панели блока и обозначенная «RANGE MOTORS», служит индикатором напряжения на обмотке автотрансформатора T801. Она загорается при включении моторов дальности.

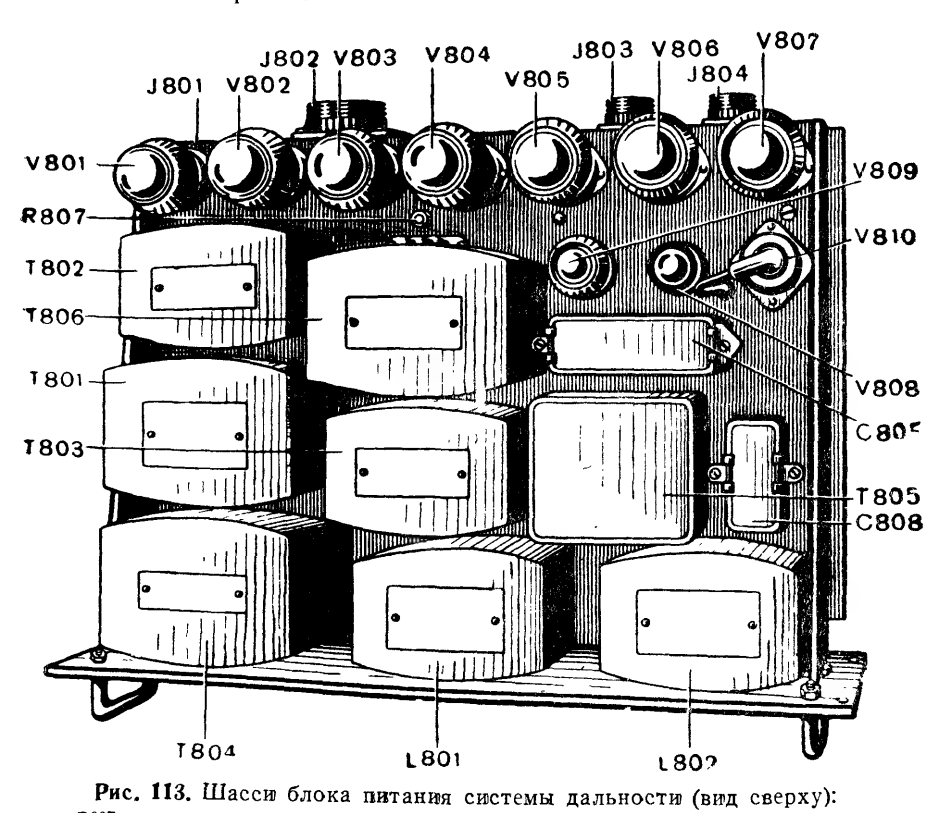


Рис. 113. Шасси блока питания системы дальности (вид сверху):
R807 — регулятор выходного напряжения стабилизатора «VOLT. REG. ADJ.»

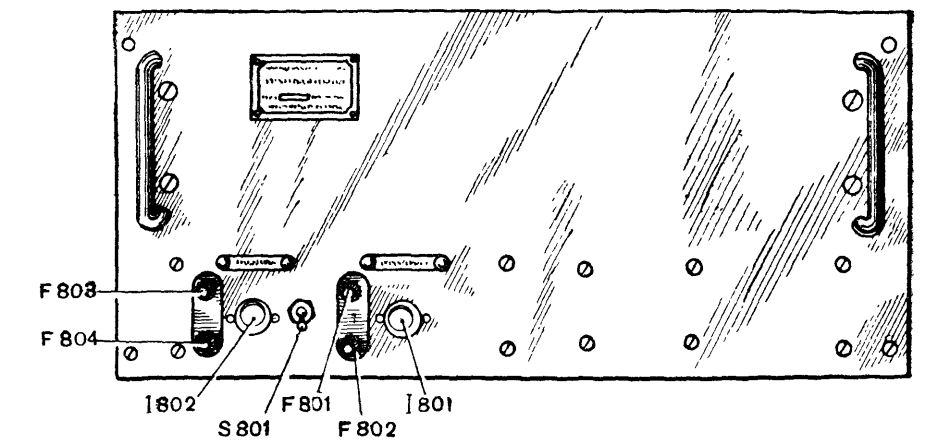


Рис. 114. Передняя панель блока питания системы дальности:

I802 — сигнальная лампочка включения блока питания системы дальности «RANGE UNIT»; I801 — сигнальная лампочка включения моторов сопровождения «RANGE MOTORS»

Выпрямитель питания блока дальности дает выходные напряжения: нестабилизированное 400 *в* и стабилизированное 250 *в*. Для двухполупериодного выпрямления служит кенотрон V804 типа 5U4G. На выходе выпрямителя имеется фильтр, состоящий из дросселей L801, L802 и конденсаторов C801, C802 и C803. Сопротивления R820, R821 и R822 образуют цепь для разряда конденсаторов фильтра. Напряжение на выходе фильтра равно 400 *в*. Оно поступает через переходную колодку J803 в блок дальности на делитель напряжения, в который входят потенциометры центрирования. Это же напряжение поступает на электронный стабилизатор, содержащий лампы V805, V806, V807 типа 6B4G, V808 типа

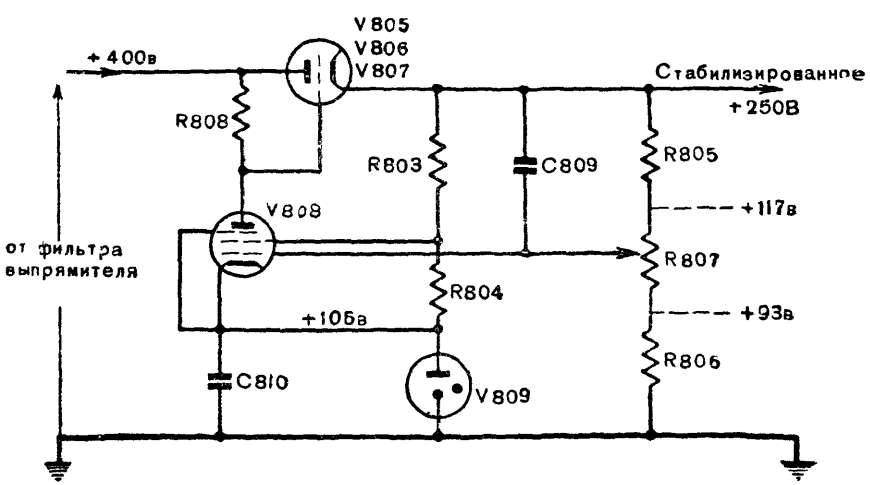


Рис. 115. Упрощенная схема стабилизатора напряжения

6SJ7-GT и V809 стабиловольт типа VR-105-30. Упрощенная схема стабилизатора напряжения дана на рис. 115. Работа стабилизатора заключается в следующем. Если напряжение на выходе стабилизатора по какой-либо причине увеличится, то это приведет к увеличению напряжения на управляющей сетке лампы V808 и к увеличению анодного тока этой лампы, так как напряжение на ее катоде стабилизировано лампой V809. Увеличение анодного тока вызовет уменьшение напряжения на аноде лампы V808. Благодаря этому уменьшится напряжение на сетках ламп V805, V806, V807 и увеличится их внутреннее сопротивление. Этим будет скомпенсировано увеличение напряжения на выходе стабилизатора. Обратные явления произойдут при уменьшении напряжения на выходе стабилизатора. Конденсатор C809 улучшает условия стабилизации при быстрых изменениях напряжения. Стабилизатор поддерживает постоянной величину выходного напряжения с точностью до 1 *в* для широких пределов изменения тока нагрузки и напряжения сети.

Выходное напряжение стабилизатора регулируется потенциометром R807, ось регулировки которого выведена на шасси блока и обозначена «VOLT. REG. ADJ.»

На цоколе лампы V809 (рис. 112) между штырьками *3* и *7* имеется перемычка. Эта перемычка замыкает цепь первичной обмотки трансформатора T804. В случае отсутствия лампы первичная цепь трансформатора оказывается разомкнутой, что предотвращает появление повышенного напряжения на выходе стабилизатора.

Выпрямитель питания трубок отметчиков дает напряжение 2000 *в* постоянного тока при однополупериодном выпрямлении. Выпрямитель работает на лампе V810 типа 2X2/879. В выпрямителе имеется фильтр, состоящий из сопротивлений R818, R823 и конденсаторов C808 и C805. Отрицательный полюс выпрямителя через переходную колодку J804 подключается к блоку отметчиков. Положительный полюс заземлен. На выходе выпрямителя включен делитель, состоящий из сопротивлений R809—R815, с которого снимаются следующие напряжения:

напряжение — 100 *в*, подводимое к блоку дальности для питания потенциометров центрирования разверток;

напряжение — 13 *в*, питающее блок дальности (цепи экранирующей сетки лампы селектора пусковых импульсов и сеток ламп мультивибраторов длительности узких и широких селекторных импульсов);

напряжение — 5 *в*, подводимое к блоку дальности как напряжение смещения на управляющую сетку лампы селектора пусковых импульсов.

Сигнальная лампочка I802, обозначенная «RANGE UNIT» (рис. 114), является индикатором напряжения питания трансформаторов T804, T805, T806. Лампочка загорается при включении тумблера питания S801, расположенного на панели блока.

ГЛАВА 6

СИСТЕМА КРУГОВОГО ОБЗОРА

28. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Необходимость применения системы кругового обзора для обнаружения целей в станции SCR-584 обусловлена тем, что при ручном или автоматическом поиске отметки целей на экране трубки дальности могут оказаться незамеченными, так как появление

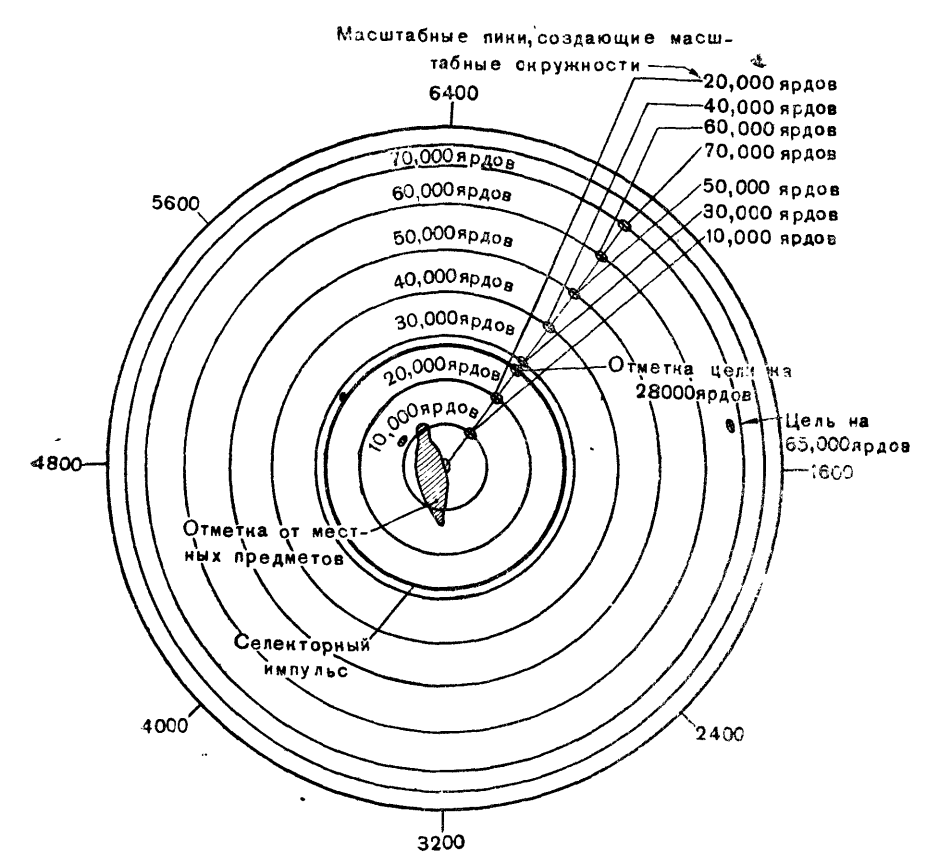


Рис. 116. Отметки на экране трубки кругового обзора

и исчезновение их происходят очень быстро вследствие небольшой ширины диаграммы направленности антенны. В отметчике кругового обзора отраженный от цели сигнал повышает интенсивность электронного луча и создает яркое пятно на экране трубки, причем последнее продолжает светиться около 10 сек. после исчезновения сигнала. Продолжительность послесвечения трубок зависит от свойств флюоресцирующих материалов, примененных при изготовлении трубок. Схематическое изображение экрана трубки кругового обзора с отметками целей показано на рис. 116. Отметка станции SCR-584 на экране соответствует центру его, а длина радиуса от центра экрана до отметки цели на нем пропорциональна расстоянию от станции до цели. Так как развертка на экране трубки кругового обзора вращается синхронно с антенной, то угловое положение линии развертки соответствует азимуту антенны и, следовательно, азимуту цели. Отметчик кругового обзора не позволяет непосредственно определить угол места цели. Его можно определить приблизительно по шкале указателя угла места (на блоке указателя положения антенны) в момент появления отметки цели на экране трубки кругового обзора.

Система кругового обзора станции состоит из следующих четырех основных элементов:

а) блока отметчика кругового обзора (PPI. UNIT BC-1058-B);
б) блока трубки кругового обзора (PPI. INDICATOR BC-1092-B);
в) сельсина-трансформатора развертки (PPI. SELSYN B-2005);
г) блока питания (RECTIFIER RA-69-B).

Все указанные элементы, за исключением сельсина-трансформатора, смонтированного в основании антенны, размещены в шкафу отметчиков.

Скелетная схема системы кругового обзора показана на рис. 117. На систему поступают:

пусковые импульсы с блока дальности;
видео-сигналы с вынесенного видео-усилителя;
селекторные импульсы с блока дальности;
данные азимута антенны (передаются механически);
переменное напряжение 115 *в*, 50—60 *гц*.

С блока отметчика кругового обзора на трубку кругового обзора подаются:

напряжения развертки для радиального перемещения пятна на экране трубки;

засвечивающие импульсы для отпирания трубки на время развертки;

напряжение для фокусировки электронного луча трубки;

напряжения видео-сигналов, масштабные пики, а также селекторные импульсы.

Селекторные импульсы, поступающие на трубку, создают при вращении антенны на экране яркое кольцо на расстоянии, соответствующем положению визиров на трубках дальности. На сельсин-трансформатор поступает пилообразное напряжение с постоянной амплитудой, преобразующееся в три напряжения с различ-

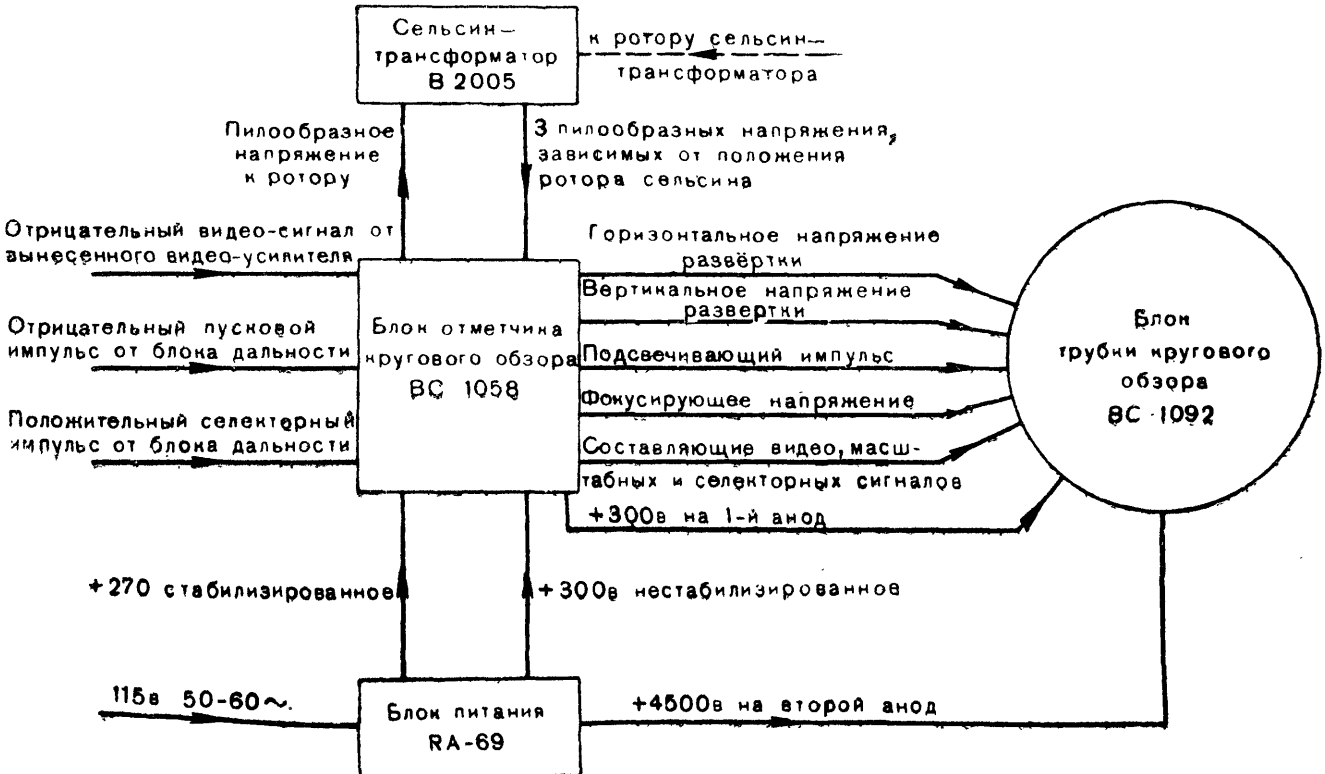


Рис. 117. Скелетная схема системы кругового обзора

ными амплитудами, зависящими от положения антенны по азимуту. Выходные напряжения от сельсина-трансформатора поступают на блок отметчика кругового обзора, в котором вырабатывается напряжение развертки.

С блока питания поступают напряжения для питания всех анодных цепей ламп системы кругового обзора.

29. РАБОТА БЛОКА ОТМЕТЧИКА КРУГОВОГО ОБЗОРА

Блок отметчика кругового обзора, передняя панель которого показана на рис. 118, имеет следующие пять каналов:

канал преобразования пусковых импульсов;
канал развертки;
канал электрического масштаба;
канал сигналов;
канал засвечивающих импульсов.

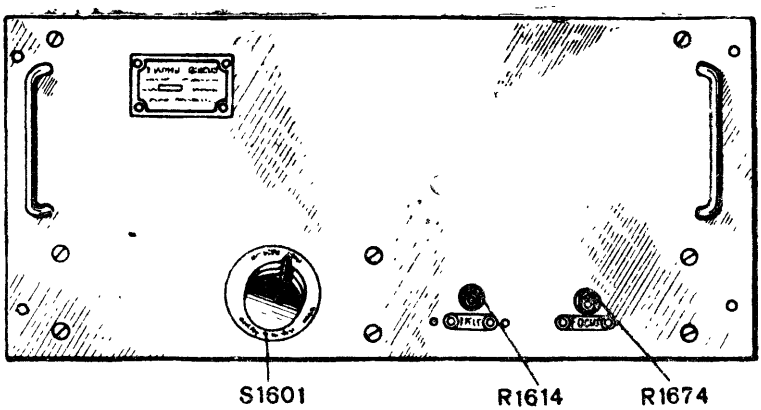


Рис. 118. Передняя панель блока отметчика кругового обзора:
S1601 — переключатель диапазонов дальности 35 000 — 70 000 ярдов «RANGE SELECTOR IN YARDS»; R1614 — регулятор яркости «INTENSITY»; R1674 — регулятор фокусировки «FOCUS»

Каждый из указанных каналов в свою очередь имеет ряд элементов, которые изображены на рис. 119. Упрощенная схема блока отметчика кругового обзора показана на рис. 120. Для лучшего понимания взаимодействия блока с трубкой кругового обзора и сельсином-трансформатором последние также включены в схему на рис. 119 и 120.

Канал преобразования пусковых импульсов

Канал преобразования пусковых импульсов состоит из двухкаскадного усилителя и мультивибратора, назначением которых является преобразование отрицательных пусковых импульсов в

отрицательные прямоугольные импульсы разной продолжительности.

Усилитель пусковых импульсов работает на двойном триоде 6SN7-GT (V1614A, V1614B). Отрицательный пусковой импульс с блока дальности поступает на сетку лампы V1614A, работающей при нулевом смещении. Усиленный положительный импульс с анода лампы V1614A поступает на сетку лампы V1614B, которая при отсутствии импульса заперта отрицательным смещением порядка 9 *в*. Напряжение смещения на эту лампу снимается с катодного сопротивления четырех ламп усилителей пилообразного напряжения развертки (с V1615 до V1618). Полученный на аноде лампы V1614B усиленный отрицательный импульс поступает на мультивибратор. Мультивибратор выполнен по обычной схеме на лампе 6SN7-GT (V1603A, V1603B). Постоянная времени (RC) сеточной цепи триода *B* лампы подобрана так, что собственная частота колебаний мультивибратора составляет 100 *гц*, однако благодаря синхронизации пусковыми импульсами частота колебаний его составляет 1707 *гц*. При поступлении с анода лампы V1614B отрицательного импульса на сетку триода V1603A последний запирается и потенциал на его аноде быстро возрастает. Это быстро нарастающее напряжение передается через конденсатор C1611 на сетку триода *B*, причем напряжение на его аноде падает, образуя отрицательный прямоугольный импульс, являющийся выходным напряжением мультивибратора. Продолжительность выходного импульса зависит от времени, в течение которого триод *A* остается запертым, а последнее зависит от постоянной времени цепи конденсатора C1612 и сопротивлений R1623 и R1624. Когда переключатель диапазона дальности S1601 (RANGE SELECTOR) находится в положении «35 000 ярдов», то постоянная времени цепи, состоящей из конденсатора C1612 и сопротивления R1623, равна 500 *мкмкф* $\times$ 0,3 *мгом* = 150 *мксек* и продолжительность выходного импульса мультивибратора будет составлять около 220 *мксек*. При положении переключателя на «70 000 ярдов» в цепь включается сопротивление R1624, которое увеличивает продолжительность выходного импульса до 440 *мксек*. Частота генерируемых мультивибратором прямоугольных импульсов равна 1707 *гц*, причем передний фронт импульса совпадает с началом генерации импульсов передатчиком.

Канал развертки

Канал развертки отметчика состоит из следующих элементов:

генератора пилообразного напряжения;

драйвера сельсина;

сельсина-трансформатора (расположенного в основании антенны);

усилителей — инверторов напряжений горизонтального и вертикального отклонений;

оконечных усилителей вертикального и горизонтального отклонений;

схемы центрирования развертки.

Назначение указанных элементов — создание токов соответствующей формы для отклоняющих катушек трубки кругового обзора.

Генератор пилообразного напряжения работает на лампе 6SN7-GT (V1602B). Когда на сетку лампы V1602B подается положительное напряжение порядка 250 *в*, то лампа открыта и потенциал на ее аноде будет выше потенциала катода. Если же на сетку лампы V1602B подается отрицательный импульс от мультивибратора, то лампа запирается и конденсатор C1603, включенный в ее анодную цепь, начинает заряжаться, причем напряжение на нем возрастает по экспоненциальному закону. Однако в данной схеме параметры цепи и ширина отрицательного импульса, запирающего лампу V1602B, подобраны так, что заряд конденсатора C1603 прекращается еще в период линейного нарастания напряжения на нем, после чего он быстро разряжается через лампу. Переменное напряжение на конденсаторе C1603 имеет пилообразную форму, при которой можно получить на экране трубки линейную развертку.

Необходимая скорость развертки для каждого диапазона дальности устанавливается при помощи переключателя S1601. Если переключатель установлен в положение «35 000 ярдов», конденсатор C1603 заряжается через сопротивление R1608 (100 000 *ом*), а в положение «70 000 ярдов» заряд происходит через сопротивление R1603 (180 000 *ом*). Величина напряжения, до которого заряжается конденсатор C1603, определяется положением ползунков на потенциометрах R1605 (в диапазоне 35 000 ярдов) или R1604 (70 000 ярдов). Оси регулировки указанных потенциометров находятся на шасси блока, где имеются надписи «35 000 yd SWEEP» и «70 000 yd SWEEP»; оси предназначаются для регулировки длины развертки.

Драйвер сельсина служит для усиления пилообразного напряжения, снимаемого с конденсатора C1603. Выходное напряжение драйвера поступает на роторную обмотку сельсинного трансформатора и создает в ней ток пилообразной формы. В каскаде драйвера применена лампа 6L6G (V1601), которая имеет в качестве анодной нагрузки дроссель L1601. Величина конденсатора C1602 (0,01 *мкф*), включенного в катодную цепь лампы, подобрана так, что шунтирующее действие его для высших гармоник пилообразного напряжения возрастает, причем возрастает и усиление каскада. Это возрастание усиления высших гармоник компенсирует последующее значительное ослабление их в сельсине-трансформаторе и экранированном соединительном кабеле.

Сельсин-трансформатор, с помощью которого создается напряжение развертки, является обычным сельсином-датчиком, аналогичным сельсину-датчику азимута. Он смонтирован в основании антенны и связан с осью вращения антенны через передачу 1 : 1. Питание ротора сельсина-трансформатора производится током пилообразной формы с частотой 1707 *гц* вместо 50—60-периодного тока, принятого для питания сельсинов, используемых для передачи данных азимута. Для предотвращения иска-

жений формы развертки, происходящих от воздействия напряжения сети (частота 50—60 *гц*), все соединения сельсина-трансформатора выполнены экранированным кабелем.

Процесс образования напряжения развертки показан на рис. 121. Для получения напряжения развертки переключатель управления антенной следует установить в положение «PPI SCAN», при этом она будет вращаться со скоростью 6 оборотов в минуту, что составляет 1 оборот в 10 сек. На рис. 121, *А* показаны 12 положений линии развертки на экране трубки кругового обзора, соответ-

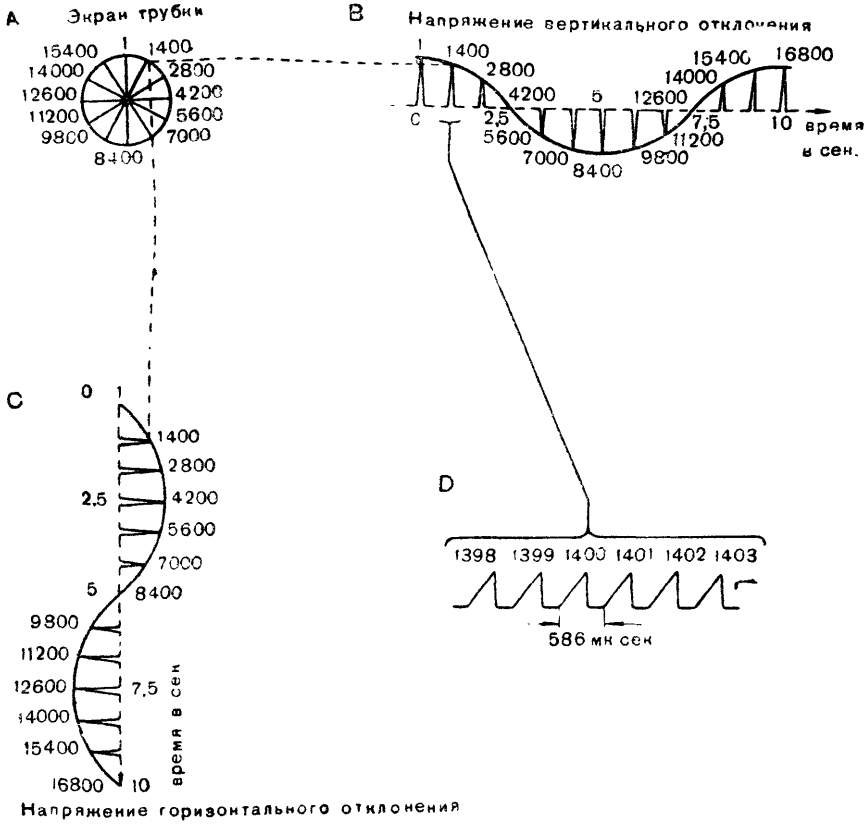


Рис. 121. Процесс образования и вращения развертки

ствующих определенным моментам времени. Два соседних положения отличаются одно от другого по времени на $^5/_6$ сек. Первому положению соответствует вертикальное положение развертки. В момент поворота развертки на 30° генерируется 1400-й период пилообразного напряжения, производящего радиальное отклонение луча. К концу первого оборота линии развертки создается 17070-й период пилообразного напряжения. Так как промежуток времени между двумя соседними развертками составляет 586 *мксек*, что соответствует частоте развертки 1707 *гц*, то угловое смещение двух

соседних линий развертки составляет около 1,5 мин. Световое пятно на экране трубки движется от центра к краю с постоянной скоростью, затем мгновенно возвращается обратно и некоторое время остается неподвижным. После этого пятно снова повторяет

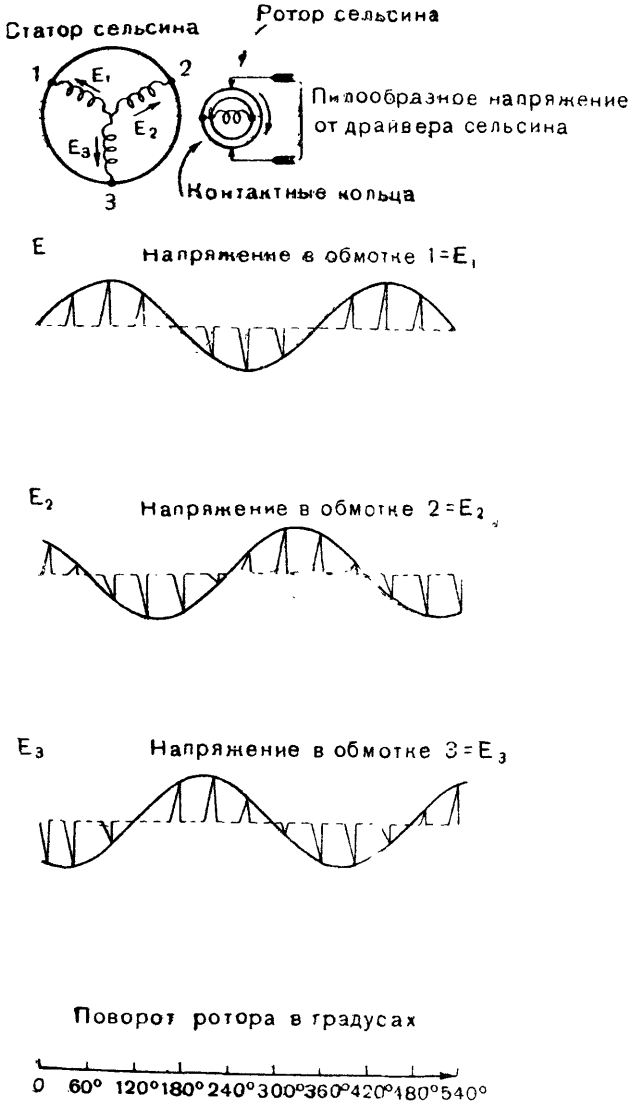


Рис. 122. Напряжения, индуктированные в обмотках сельсина-трансформатора

свое движение, но в направлении, смещенном относительно предыдущего на 1,5 мин. Таким образом за один оборот антенны линия развертки перемещается на 360° и полностью перекрывает весь экран трубки. Указанное перемещение развертки является следст-

вием наличия в катушках горизонтального и вертикального отклонений пилообразных импульсов, амплитуды которых непрерывно изменяются (со сдвигом фаз на 90° одна относительно другой) при вращении антенны. Кривые изменения амплитуд пилообразных импульсов в отклоняющих катушках показаны на рис. 121, *B* и 121, *C*.

Так как угловое смещение между соседними развертками чрезвычайно мало, то графически невозможно показать картину происходящего процесса со всеми пилообразными импульсами, приходящимися на один оборот антенны. На рис. 121, *D* изображены пилообразные импульсы, находящиеся вблизи 1400-го по счету импульса.

Необходимые для создания развертки напряжения, изменяющиеся со сдвигом фаз на 90°, образуются с помощью специальной цепи сопротивлений, приключенной к статорным обмоткам сельсина-трансформатора. Цепь сопротивлений предназначена для преобразования трех напряжений, возникающих на статорных обмотках сельсина-трансформатора, в два напряжения. Возникновение напряжений на статорных обмотках сельсина-трансформатора поясняется на рис. 122, на котором приведены упрощенная схема сельсина-трансформатора и формы напряжений на статорных обмотках. Если обмотка ротора сельсина-трансформатора параллельна какой-либо обмотке статора, то индуктированное в последней напряжение будет максимальным. Если же обмотка ротора будет находиться под прямым углом к данной обмотке статора, то индуктированное в ней напряжение будет равно нулю. Так как обмотки статора взаимно смещены на 120°, то индуктированные в них напряжения изменяются также со сдвигом фаз на 120°.

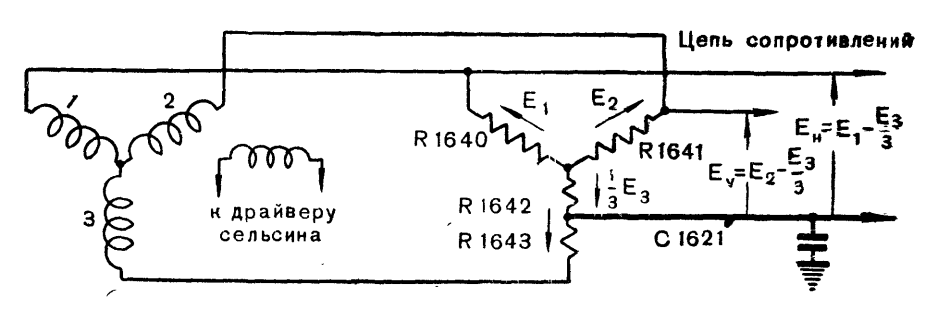


Рис. 123. Схема, поясняющая преобразование напряжений развертки

Цепь активных сопротивлений, показанных на рис. 123, включена так, что одна треть напряжения, индуктированного в третьей обмотке, вычитается из напряжений в первых двух обмотках.

В результате образуются два напряжения E_H и E_V, сдвинутые по фазе на 90°, форма которых соответствует рисункам 121, *B* и 121, *C*. Эти напряжения поступают на управляющие сетки ламп (V1606 и V1607) усилителя-инвертора.

Усилитель-инвертор работает на двойных триодах типа 6SN7-GT и создает «пушпульное» выходное напряжение для око-

нечных усилителей, питающих отклоняющие катушки трубки кругового обзора. Каскады усилителя-инвертора показаны на рис. 120; они имеют названия «горизонтальный усилитель-инвертор» и «вертикальный усилитель-инвертор». Упрощенная схема такого каскада показана на рис. 124. Пилообразное напряжение поступает на сетку триода V_A. На сетки триодов V_A и V_B подано положительное смещение. Катоды обоих триодов присоединены к общему катодному сопротивлению R_3. Выходные напряжения каскада создаются на сопротивлениях R_1 и R_2. Работа инвентора

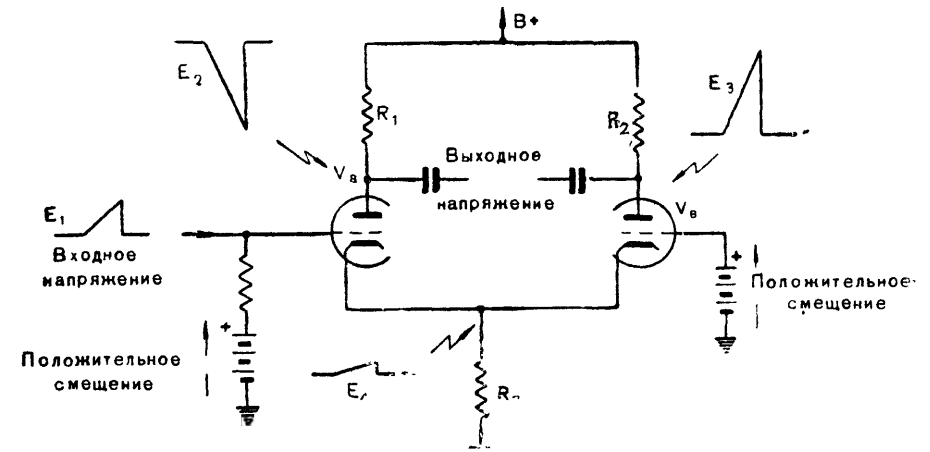


Рис. 124. Упрощенная схема каскада усилителя-инвертора

протекает следующим образом. Когда на сетку лампы V_A поступает положительный пилообразный импульс напряжения, анодный ток ее возрастает, одновременно возрастает потенциал в точке соединения катодов обеих ламп. В связи с этим увеличивается отрицательное смещение на сетке лампы V_B и анодный ток ее уменьшается. В результате этого напряжение на аноде лампы V_A падает, а на аноде лампы V_B возрастает, создавая таким образом на выходе «пушпульное» напряжение. Для того чтобы выходные напряжения, создаваемые лампами V_A и V_B, были равны, сопротивление R_3 должно быть достаточно большим. Если сопротивление R_3 будет невелико, то пилообразный импульс в цепи анода лампы V_B будет значительно меньше импульса на аноде лампы V_A При выбранных в описываемой схеме параметрах работа ее характеризуется следующими соотношениями напряжений: напряжение на сопротивлении R_3 немного больше половины величины сигнала, подведенного к сетке лампы V_A, а напряжение сигнала на аноде лампы V^B немного меньше сигнала на аноде лампы V_A.

Напряжение на сетках ламп V1606 и V1607 (рис. 120) в режиме покоя приблизительно равно +160 *в*. Такое высокое напряжение на сетках необходимо для того, чтобы ток каждого триода составлял 3 *ма* и работа происходила на линейном участке характеристики лампы. Так как в подобной схеме катод имеет всегда

более высокий потенциал, нежели сетка, то обе лампы все время работают с отрицательным смещением, т. е. без сеточных токов.

Схема каскада усилителя-инвертора (рис. 120) несколько отличается от упрощенной (принципиальной) схемы, показанной на рис. 124. Отличие заключается в том, что на схеме рис. 120 сетки ламп присоединены к Y-образной цепи активных сопротивлений, постоянная составляющая напряжения которой равна приблизительно 150 *в*. Это напряжение снимается с делителя, образуемого сопротивлениями R1652 и R1648, и заменяет напряжение, даваемое батареями смещения на рис. 124.

Регулировка величины выходного напряжения описываемого каскада осуществляется при помощи переменного сопротивления R1638. Пределы регулировки данного сопротивления достаточны для компенсации изменений выходного напряжения, которые могут возникнуть вследствие разброса параметров ламп и величин сопротивлений в схеме. Схема горизонтального (на лампе V1606) и вертикального (V1607) усилителей идентичны.

Оси регулировки потенциометров R1638 и R1644, находящихся в анодных цепях инверторов, выведены на шасси, где имеется надпись «CIRCLE ADJUST» (округление). Регулировку потенциометров следует производить при вращающейся антенне. При этом необходимо добиваться такого положения, чтобы масштабные отметки имели форму концентрических окружностей.

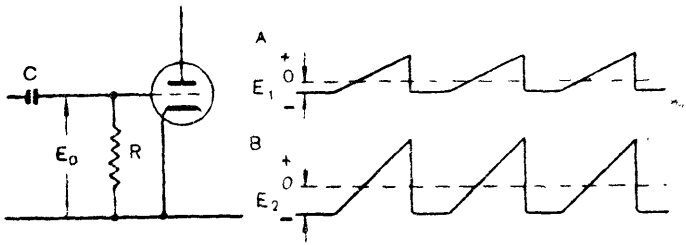
Оконечные усилители развертки

Так как схемы оконечных усилителей горизонтальной и вертикальной разверток идентичны, то можно ограничиться рассмотрением схемы горизонтального усилителя на лампах V1615 и V1616. Усилитель имеет лампы типа 6L6G. Катоды этих ламп через цепь из сопротивлений R1677, R1683, R1681 и три других параллельных сопротивления соединены с землей. Наличие не шунтированного конденсатором сопротивления R1677 в 200 *ом* приводит к тому, что усилитель работает с отрицательной обратной связью, дающей возможность получить неискаженную форму выходного напряжения. Анодной нагрузкой усилителя являются отклоняющие катушки, к средней точке которых подведено анодное напряжение. Для подавления могущих возникнуть в отклоняющих катушках колебательных процессов, искажающих форму кривой, катушки шунтированы сопротивлениями R1676 и R1688.

Схема центрирования развертки

Для того чтобы линия развертки начиналась каждый раз точно от центра экрана трубки, анодные токи всех четырех ламп оконечных усилителей должны быть равны. Только в этом случае будут одинаковы магнитные поля, создаваемые анодными токами в отклоняющих катушках, и световое пятно в момент начала развертки будет находиться в центре экрана. В схеме же, приведенной на рис. 125, с обычной системой RC, напряжение на сетке

в момент начала развертки оказалось бы равным средней величине пилообразного напряжения. Эта величина определяется амплитудой и полярностью пилообразного напряжения, которые меняются при вращении антенны. Поэтому каждая из четырех ламп оконечных усилителей в начале цикла развертки пропускала бы разные токи и развертка не начиналась бы из центра экрана.



E_1 = отрицательное напряжение на сетке при малых амплитудах входного напряжения

E_2 = отрицательное напряжение на сетке при больших амплитудах входного напряжения

Рис. 125. Изменения положения начала развертки в схеме с переходной связью (на R и C)

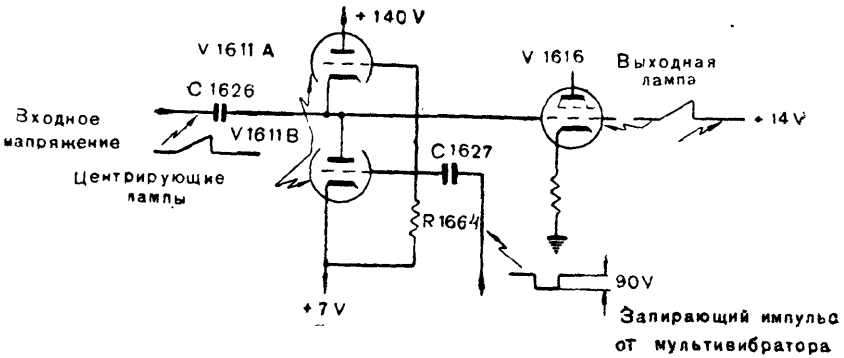
Необходимое центрирование развертки в данном блоке осуществляется с помощью центрирующей схемы, включающей в себя четыре двойных триода типа 6SN7-GT (V1610, V1611, V1612, V1613). Упрощенная схема центрирующего каскада приведена на рис. 126. Триоды V1611A и V1611B, обозначаемые в дальнейшем *A* и *B*, включены последовательно между точками, имеющими потенциалы +6 и +140 *в*. Пилообразное напряжение подводится к точке соединения катода триода *A* с анодом триода *B* и далее к управляющей сетке лампы V1616 оконечного усилителя. Отрицательные прямоугольные импульсы с выхода мультивибратора поступают через конденсатор C1627 на сетки триодов *A* и *B*, которые связаны с катодом триода *B* через сопротивление R1664.

При поступлении отрицательного прямоугольного импульса на сетки ламп *A* и *B* последние запираются и пилообразное напряжение развертки через переходной конденсатор C1626 поступает на сетку оконечной лампы V1616, на это время лампы *A* и *B* как бы отключены от схемы. По окончании цикла развертки прямоугольный отрицательный импульс также прекращается, лампы *A* и *B* отпираются и в точке их соединения образуется потенциал, равный +14 *в*, который и устанавливается на сетке оконечной лампы V1616 до начала нового цикла развертки.

С началом каждого нового цикла развертки отрицательный импульс мультивибратора освобождает сетку оконечной лампы V1616 от установленного на ней напряжения +14 *в* и потенциал на ней начинает изменяться в соответствии с поступившим пилообразным напряжением. Так как аналогичные устройства устанавливают тот же центрирующий потенциал +14 *в* на сетках всех

четырех оконечных ламп, то начало развертки каждый раз совпадает с центром экрана трубки.

Центрирующий потенциал +14 *в*, устанавливаемый на сетках оконечных ламп, определяется характеристиками триодов *A* и *B*, которые в данном случае работают как делители напряжения. Очевидно, что токи обоих триодов должны быть равны.



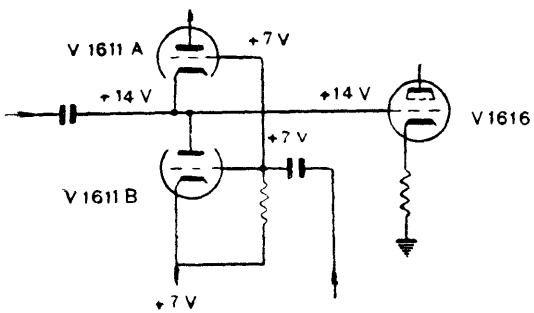


Рис. 126. Упрощенная схема центрирующего каскада

Триод *A*, работающий при большом анодном напряжении (порядка 108 *в*) и большом отрицательном смещении на сетке, дает тот же ток, что и триод *B*, работающий при значительно меньшем анодном напряжении (порядка 7 *в*) и потенциале на сетке, близком к потенциалу катода. Величина центрирующего потенциала +14 *в* соответствует стабильному состоянию схемы, так как изменение этого потенциала нарушает равенство токов обеих ламп.

Несмотря на то, что сеточный потенциал оконечных ламп остается постоянным, изменение параметров этих ламп (изменение величины сопротивлений и другие причины) вызывает необходимость центрировать начальное положение пятна на экране трубки. Это осуществляется посредством небольшого изменения напряжения на сетках оконечных ламп. Катоды ламп V1611B и V1613B присоединены к средней точке сопротивлений R1667 и R1680. Катод лампы V1610B присоединен к потенциометру R1679, а катод V1612B к потенциометру R1682. Оси регулировки этих потенцио-

метров выведены на шасси блока и обозначены «CENTERING ADJUST» (регулировка центрирования). Посредством потенциометра R1679 напряжение, устанавливаемое на сетке лампы V1615, может изменяться в небольших пределах относительно своей средней величины +14 *в*, вследствие чего луч центрируется в горизонтальном направлении. Аналогично при помощи потенциометра R1682 можно производить центрирование луча по вертикали.

Канал электрического масштаба

Канал электрического масштаба состоит из следующих элементов:

гетеродина;
формирующих каскадов;
генератора масштабных пиков.

В схеме гетеродина использован один триод лампы 6SN7-GT (V1604B). При отсутствии импульсов лампа открыта, так как на ее сетку через сопротивление R1625 подан большой положительный потенциал. Колебательный контур гетеродина, состоящий из катушки индуктивности L1602 и конденсатора C1615, настроен на частоту 16,4 *кгц*. При этой частоте промежуток времени между двумя соседними максимумами колебаний составляет 61 *мксек*, что соответствует расстоянию 10 000 ярдов. Отрицательный импульс, показанный на рис. 127, *A*, поступает на сетку лампы гетеродина и запирает ее, что служит причиной ударного возбуждения колебательного контура. Затухающее синусоидальное напряжение, генерируемое гетеродином, изображено на рис. 127, *B*. Затухание колебаний в данной схеме вызвано наличием потерь в катушке контура и сеточных токов в триоде V1604A, появляющихся при положительных полуволнах напряжения. После окончания отрицательного импульса сетка лампы гетеродина отпирается, благодаря чему шунтируется колебательный контур, что приводит к резкому затуханию колебаний. Лампа гетеродина V1604B остается открытой до момента поступления очередного отрицательного импульса от мультивибратора, при котором она снова запирается и в контуре возникают колебания.

Образовавшееся на контуре гетеродина переменное напряжение поступает через сопротивление R1628 на сетку лампы V1604A (6SN7-GT), входящей в первый формирующий каскад. При положительных полупериодах этого напряжения на сетке лампы V1604A образуются сеточные токи, вследствие чего происходит отсечка вершин положительных полуволн и форма напряжения принимает вид, показанный на рис. 127, *C*. Следует отметить, что отсечка наступает лишь после того, как амплитуда колебательного напряжения превысит величину отрицательного смещения, составляющую 7 *в*.

Форма колебаний, получаемых в анодной цепи лампы V1604A, показана на рис. 127, *D*. В течение первого отрицательного полупериода, запирающего лампу, напряжение на аноде ее возрастает

очень незначительно, так как рабочая точка выбрана в начале нижнего сгиба характеристики лампы V1604A. Форма колебаний, поступающих на сетку лампы V1605B (6SN7-GT) второго формирующего каскада, по сравнению с колебаниями на аноде лампы V1604A, не изменяется. После дальнейшего усиления в этом каскаде колебания принимают форму, близкую к прямоугольной, как показано на рис. 127, *E*.

С выхода формирующих каскадов напряжение прямоугольной формы поступает на сетку лампы V1605A (6SN7-GT), работающей в схеме генератора масштабных пиков. Сетка лампы V1605A присоединена через сопротивление R1631 к источнику анодного напряжения, и при отсутствии импульсов через лампу протекает большой ток. Поступающий на сетку лампы отрицательный полупериод прямоугольного напряжения быстро запирает лампу, в результате чего на анодном дросселе L1603 индуктируется положительный пик напряжения большой амплитуды. Упрощенная форма напряжения, вырабатываемая генератором пиков, показана на рис. 127, *F*. В действительности форма получаемого напряжения отличается от показанной на рис. 127, *F*. Разница заключается в наличии собственных колебаний дросселя, имеющих на протяжении первых двух-трех периодов заметную амплитуду. Однако вследствие своего быстрого затухания эти колебания на работу схемы никакого влияния не оказывают. Отрицательные пики этого напряжения, показанные на рис. 127*F*, сообщают только управляющему электроду трубки некоторый дополнительный отрицательный потенциал.

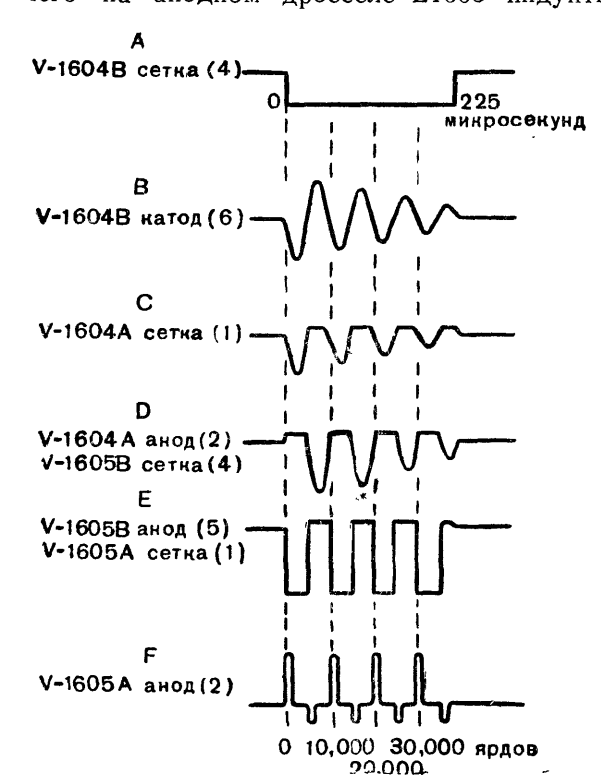


Рис. 127. Идеализированные кривые напряжений в цепях канала масштаба

Потенциометр R1632, включенный на выходе лампы генератора масштабных пиков, служит для регулировки амплитуды пиков, подаваемых на сетку смесительной лампы. Ось регулировки этого потенциометра выведена на шасси блока и имеет обозначение «RANGE MARKER».

Канал сигналов и канал подсвечивающих импульсов

Схема канала сигналов состоит из следующих элементов:
инвертора сигналов;
смесителя сигналов;
восстановителя постоянной составляющей.

Отрицательные видео-сигналы, поступившие с вынесенного видео-усилителя, подаются на управляющую сетку инверторной лампы V1608A-6SN7-GT (рис. 120). Положительные видео-сигналы, снимаемые с анодной цепи инвертора, поступают на лампу V1609A смесителя (лампа типа 6SN7-GT). Второй триод лампы V1608—V1608B используется в качестве восстановителя постоянной составляющей. Сетка и анод лампы V1608B соединены вместе, так что она работает как диод. Катод лампы соединен через конденсатор C1622 с анодом инверторной лампы, а анод заземлен.

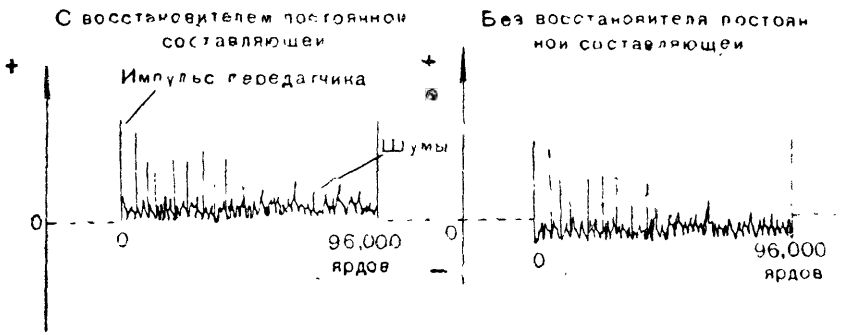


Рис. 128. Действие цепи восстановителя постоянной составляющей

Действие лампы, восстанавливающей постоянную составляющую, поясняется рис. 128. Видео-сигналы, поступающие на сетку смесителя сигналов, как это видно на рисунке, начинаются с нулевого потенциала. Благодаря этому уровень шумов поддерживается постоянным, что облегчает обнаружение слабых сигналов, так как амплитуда последних бывает достаточна для повышения потенциала управляющего электрода трубки. При изъятии лампы восстановителя постоянной составляющей средний уровень потенциала, на который накладываются приходящие видео-сигналы, становится ниже потенциала земли вследствие наличия отрицательного заряда на конденсаторе C1622. При этом как шумы, так и слабые сигналы на трубке видны не будут. Отрицательный заряд на конденсаторе C1622 будет накапливаться, во-первых, потому, что приходящий видео-сигнал теряет при прохождении через емкость постоянную составляющую, и, во-вторых, вследствие наличия сеточных токов, появляющихся при сильных видео-сигналах. При изменении количества и интенсивности поступающих видео-сигналов заряд конденсатора соответственно меняется. Восстановитель постоянной составляющей действует так, что все сигналы начинаются с одного и того же нулевого потенциала. Это происходит

потому, что как только конденсатор С1622 после прохождения через него сигнала получит отрицательный заряд, катод диода 1608В получит отрицательный потенциал относительно анода, лампа отопрется и конденсатор С1622 разрядится. Указанный процесс происходит в конце каждого видео-сигнала, вследствие этого конденсатор С1622 никогда не имеет отрицательного заряда.

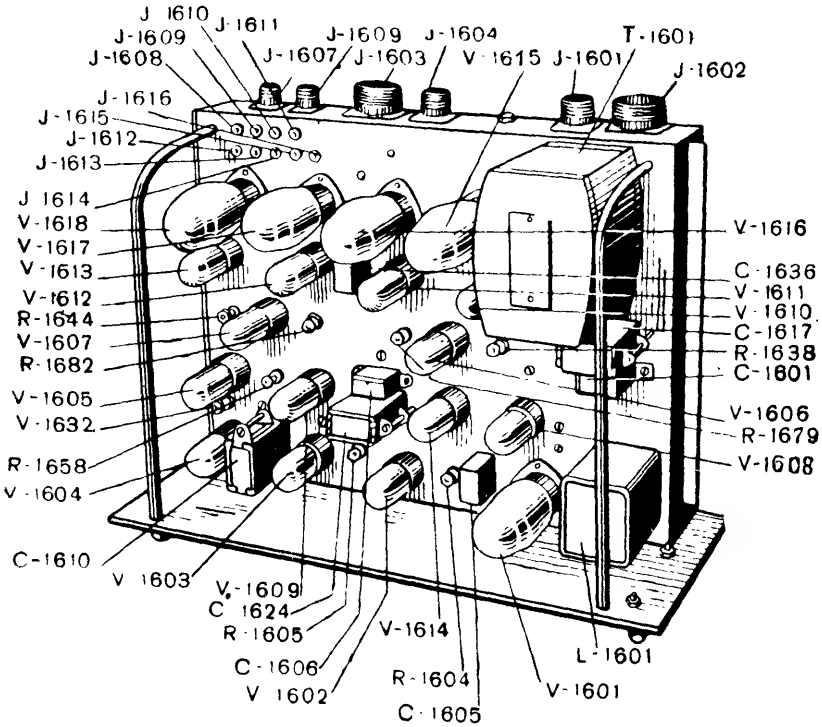


Рис. 129. Шасси блока отметчика кругового обзора (вид сверху):

R1632 — регулятор амплитуды масштабных пиков «RANGE MARKER»; R1638, R1644 — регуляторы «округления» масштабных отметок «CIRCLE ADJUST»; R1658 — регулятор амплитуды селекторных импульсов «NARROW GATE»; R1605 — регулятор длины развертки на 35 000 ярдов «35 000 yd SWEEP»; R1604 — регулятор длины развертки на 70 000 ярдов «70 000 yd SWEEP»; R1679, R1682 — регуляторы центрирования развертки «CENTERING ADJUST»

В каскаде смесителя сигналов применяется двойной триод 6SN7-GT (V1609), который работает по схеме с катодной нагрузкой, общей для обеих ламп. Видео-сигнал поступает на сетку триода V1609A, а масштабные пики и селекторные импульсы — на сетку триода V1609B. На общей катодной нагрузке — сопротивлении R1654 — получается комбинированный сигнал с положительным знаком, который подается на управляющий электрод трубки. Величину селекторных импульсов, поступающих на смеситель, можно регулировать при помощи потенциометра R1658. Ось регулировки этого потенциометра выведена на шасси блока и имеет обозначение «NARROW GATE». Наличие развязывающих

сопротивлений R1656 и R1657 дает возможность производить регулировку селекторных импульсов независимо от регулировки масштабных пиков.

Канал подсвечивающих импульсов состоит из однокаскадного усилителя с катодной нагрузкой. Подсвечивающие импульсы служат для отпирания трубки кругового обзора на время действия развертки. В схеме используется один триод лампы 6SN7-GT (V1602A). На сетку триода поступают отрицательные прямоугольные импульсы от мультивибратора. С катодной нагрузки снимаются отрицательные прямоугольные импульсы и через зажим J1604A подаются на катод трубки. Уровень постоянной составляющей напряжения на катоде триода V1602A может регулироваться при помощи потенциометра R1614, ось регулировки которого выведена на переднюю панель и имеет обозначение «INTENSITY» (яркость). Этот потенциометр является частью делителя напряжения, включенного между потенциалом +270 *в* и землей. Благодаря такой схеме на катоде трубки имеется положительный потенциал относительно управляющего электрода, достаточный для запирания электронного пучка. С поступлением отрицательного импульса на сетку триода V1602A последний запирается, потенциал его катода уменьшится, трубка отпирается и электронный луч создает видимое пятно на экране. Так как при помощи отрицательного импульса мультивибратора вырабатывается также напряжение развертки, то трубка отпирается синхронно с началом развертки на экране. Потенциометр R1614 определяет величину положительного потенциала катода трубки, запирающего электронный луч при отсутствии отрицательных импульсов. Кроме того, от величины этого потенциала зависит уровень потенциала на катоде трубки (на который накладывается отрицательный прямоугольный импульс), а следовательно, и яркость линии развертки. На рис. 129 показано шасси блока отметчика кругового обзора (вид сверху), а полная схема блока изображена на рис. 130.

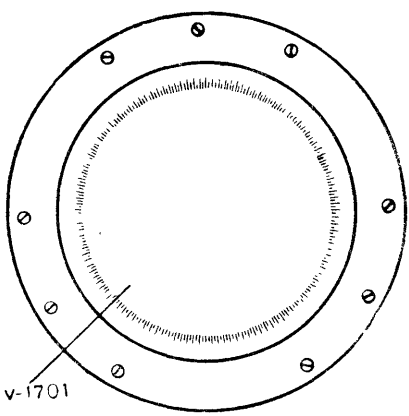


Рис. 131. Экран трубки кругового обзора

30. БЛОК ТРУБКИ КРУГОВОГО ОБЗОРА

Для кругового обзора применяется трубка типа 7BP7 (рис. 131). Схема блока трубки кругового обзора, показанная на рис. 132, состоит из следующих основных элементов:

трубки кругового обзора (V1701);
отклоняющих катушек (L1702) (рис. 133);
фокусирующей катушки (L1701).

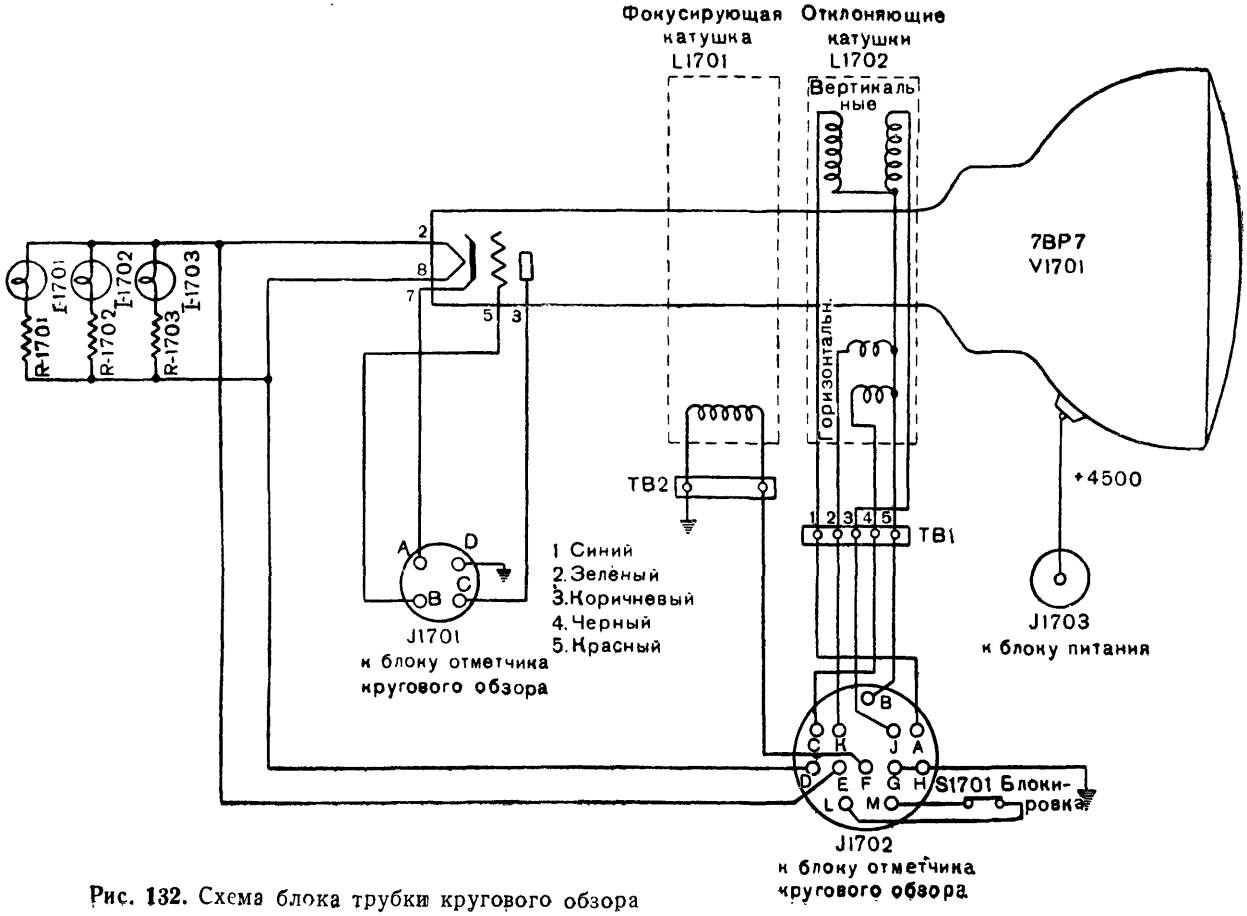


Рис. 132. Схема блока трубки кругового обзора

Начальное ускорение электронного луча в трубке обеспечивается напряжением 300 *в*, приложенным к первому аноду. На второй анод через колодку J1703 подается потенциал +4500 *в*. Вторым анодом трубки является тонкое графитовое покрытие внутренних стенок баллона трубки. Так как в этих трубках применена магнитная система для отклонения электронного луча, то отрицательный полюс источника напряжения 4500 *в* заземлен, вследствие чего катод трубки имеет потенциал, близкий к нулю. При такой схеме питания сигналы подаются на катод и управляющий электрод трубки без применения высоковольтных переходных конденсаторов.

Напряжение накала трубки поступает через колодку J1702 от блока отметчика кругового обзора и используется также для питания лампочек, освещающих азимутальную шкалу. Шкала представляет собой прозрачный диск желтого цвета, на котором выгравированы азимутальные деления и центральная точка. Последняя служит для совмещения пятна с центром экрана. Желтый цвет прозрачной шкалы выбран с целью фильтрации ярких голубых вспышек, образующихся на экране в результате воздействия электронного луча. Однако желтое послесвечение экрана хорошо просматривается сквозь диск. В трубках 7ВР7 применена магнитная система фокусировки и отклонения электронного луча. Фокусировка луча достигается при помощи цилиндрической катушки L1701. Регулирование тока, протекающего через фокусирующую катушку, производится при помощи переменного сопротивления R1674 (рис. 120), ось регулировки которого выведена на переднюю панель блока отметчика кругового обзора и имеет обозначение «FOCUS». Отклонение луча производится при помощи катушек L1702, окружающих горловину трубки и питаемых током пилообразной формы. Упрощенная схема питания отклоняющих катушек показана на рис. 133. Чтобы форма

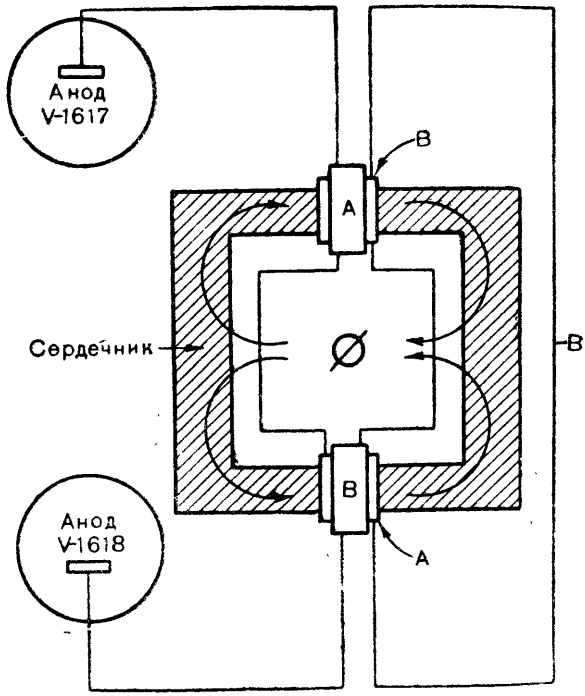


Рис. 133. Упрощенная схема системы отклоняющих катушек

развертки не искажалась, обмотки, включенные в анодную цепь каждой лампы оконечных усилителей, разделены на две секции. На рис. 133 видно, что по обмоткам катушки *B* протекает анодный ток лампы V1618, а по катушке *A* — анодный ток лампы V1617. Когда в катушках *A* и *B* токи равны, то магнитные поля, создаваемые ими, взаимно компенсируются и электронный луч не отклоняется. Если же токи будут не равны, то возникает поток рассеяния, который отклонит луч вверх или вниз. Направление отклонения луча определяется соотношением токов в катушках *A* и *B*, причем величина отклонения будет пропорциональна разности токов в катушках.

Развертка на трубке кругового обзора образуется следующим образом. Когда на сетки ламп оконечного усилителя поступает пилообразное напряжение развертки, то анодный ток в лампе V1617 начинает линейно возрастать, а ток в лампе V1618, наоборот, линейно уменьшаться. Соответственно в катушке *A* ток возрастает, а в катушке *B* падает, в результате чего пятно начинает перемещаться в вертикальном направлении от центра экрана с постоянной скоростью. Так как аналогичный процесс происходит в такой же системе горизонтального отклонения, то пятно получает одновременное смещение и в горизонтальном направлении. Как уже указывалось ранее, вертикальное и горизонтальное напряжения развертки изменяются так, что пятно перемещается от центра к краю экрана трубки и обратно, причем линия развертки получает вращательное движение, синхронное с вращением антенны.

Напряжения питания, развертки и видео-сигналы поступают на блок через переходные колодки J1701, J1702 и J1703. Блокировочные контакты S1701 отключают напряжение 4500 *в* при снятии кожуха с трубки.

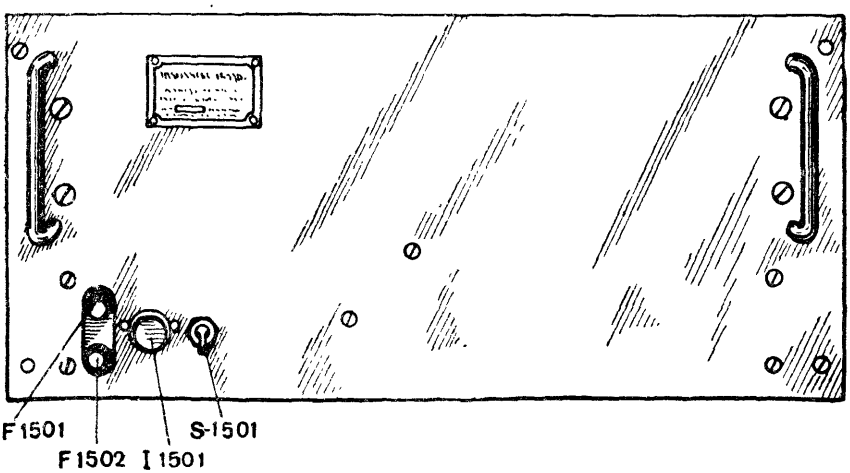


Рис. 134. Передняя панель блока питания системы кругового обзора: S1501 — тумблер; I1501 — красная сигнальная лампочка; F1501 и F1502 — предохранители

31. БЛОК ПИТАНИЯ СИСТЕМЫ КРУГОВОГО ОБЗОРА

Блок питания со стороны передней панели и сверху показан на рис. 134 и 135. Схема блока приведена на рис. 136. Блок питания состоит из следующих элементов:

однополупериодного выпрямителя на 4500 *в*;

двухполупериодного выпрямителя на 300 *в*;

двухполупериодного выпрямителя со стабилизатором на 270 *в*.

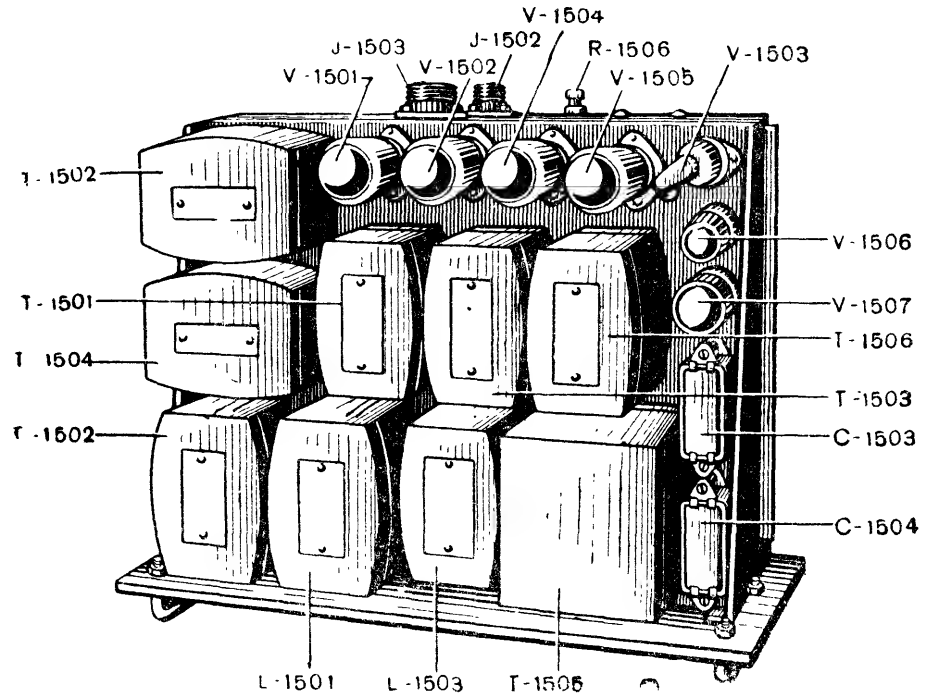


Рис. 135. Шасси блока питания системы кругового обзора (вид сверху): R1506 — регулятор выходного напряжения «VOLT. REG. ADJ.»

Выпрямитель на 4500 *в*

Выпрямитель на 4500 *в* предназначен для питания второго анода трубки и состоит из трансформатора Т 1505 и кенотрона V1503, типа 2X2. Фильтрация выпрямленного напряжения осуществляется двухзвенным фильтром, состоящим из сопротивлений и конденсаторов. Сопротивления R1529, R1530 и R1531 служат одновременно для ограничения тока кенотрона. В целях повышения стабильности выходного напряжения и обеспечения разряда конденсаторов фильтра после выключения выпрямителя, на выходе последнего включены 11 последовательно соединенных сопротивлений, общая величина которых составляет 5 *мгом*.

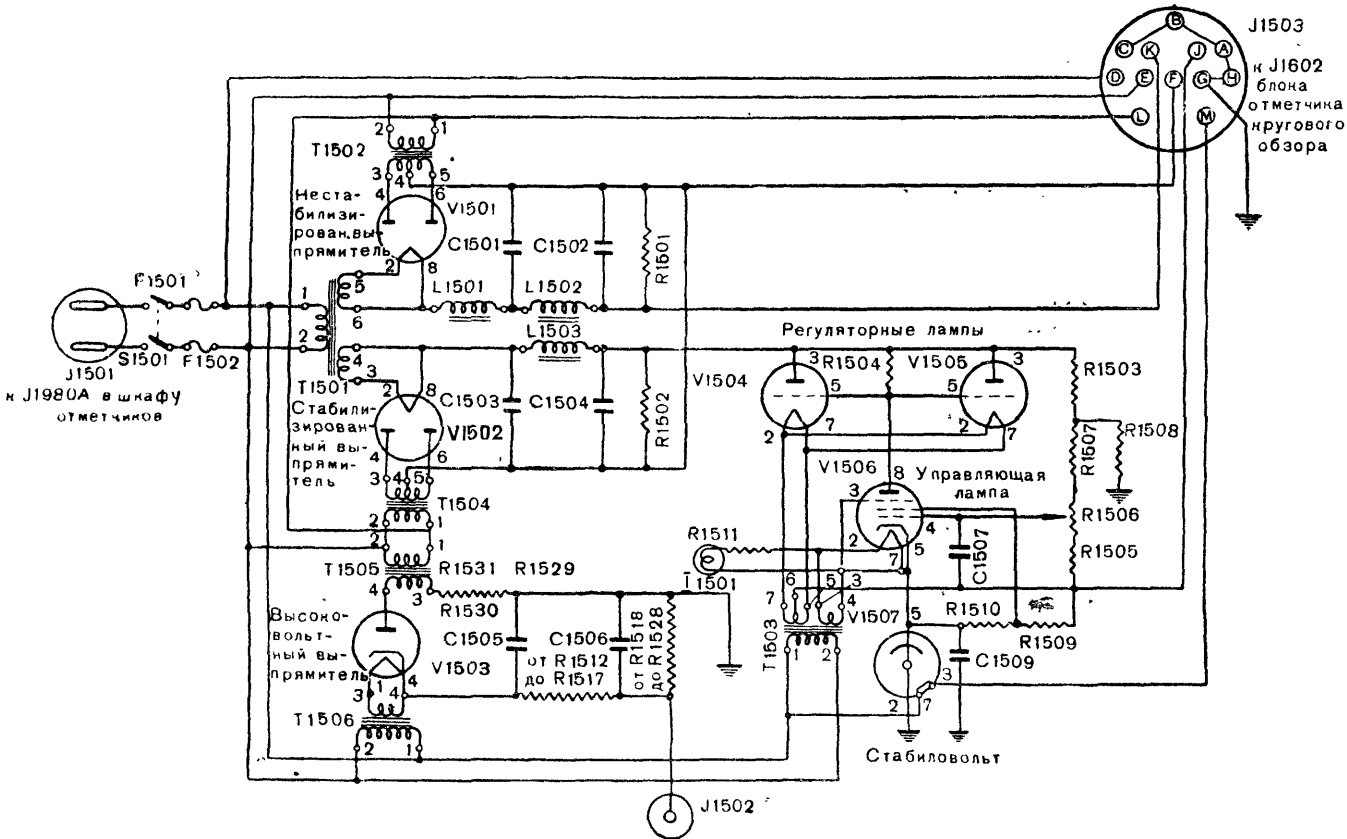


Рис. 136. Схема блока питания системы кругового обзора

Выпрямитель на 300 *в*

Этот выпрямитель предназначен для питания ламп оконечных усилителей, центрирующих ламп, ламп канала электрического масштаба и фокусирующей катушки трубки. Основными элементами этого выпрямителя являются лампа V1501 (5U4G) и повышающий трансформатор T1502. В выпрямителе применен двухзвенный фильтр с дросселями L1501, L1502 и конденсаторами C1501 и C1502. Сопротивление R1501 служит для разряда конденсаторов фильтра после выключения выпрямителя.

Выпрямитель на 270 *в*

Выпрямитель на 270 *в* питает стабилизированным напряжением следующие элементы блока отметчика кругового обзора:

каскады усилителя пусковых импульсов (V1614);

мультивибратор (V1603);

генератор пилообразного напряжения и усилитель подсвечивающих импульсов (V1602);

драйвер сельсина (V1601);

схему электрического масштаба (V1604 и V1605);

инвертор сигналов и смеситель сигналов (V1609);

каскады усилителя развертки (V1606 и V1607).

Выпрямитель состоит из кенотрона V1502 (5U4G), повышающего трансформатора T1504 и элементов схемы стабилизатора. Для фильтрации выпрямленного напряжения применяется двухзвенный фильтр с емкостным входом. Напряжение, развиваемое выпрямителем на выходе фильтра (равное 460 *в*), поступает на стабилизатор напряжения.

Упрощенная схема стабилизатора напряжения приведена на рис. 137. Две параллельно соединенные лампы V1504 и V1505 (типа 6B4G) включены последовательно с нагрузкой в цепь положительного полюса выпрямителя. Сопротивление, вносимое лампами в эту цепь, автоматически регулируется пентодом V1506 (типа 6SJ7-GT) так, что на выходе стабилизатора поддерживается постоянное напряжение 270 *в*. На экранирующую сетку и катод пентода V1506 подаются напряжения с делителя, включенного параллельно выходу стабилизатора. Этот делитель состоит из сопротивлений R1509, R1510 и стабиловольта V1507 (типа VR-105-30). Последний поддерживает на катоде лампы V1506 напряжение, равное +105 *в*. На управляющую сетку пентода V1506 подается напряжение с другого делителя, включенного также параллельно выходу стабилизатора. Этот делитель образован сопротивлениями R1505, R1506, R1507 и R1508. Управляющая сетка пентода присоединена к ползунку потенциометра R1506. С потенциометра R1506 на управляющую сетку лампы V1506 подается примерно ⅓ выходного напряжения. Практически сетка лампы получает отрицательный потенциал относительно земли, равный 102 *в*.

Стабилизатор напряжения действует следующим образом. Предположим, что в результате уменьшения нагрузки или возраста-

ния напряжения на выходе фильтра выпрямленное напряжение на выходе стабилизатора увеличилось. Очевидно, что ⅓ возросшего напряжения поступит на сетку регулирующей лампы V1506. Это приведет к возрастанию тока и падению напряжения на аноде лампы V1506 и к увеличению отрицательного смещения на сетках ламп V1504 и V1505. Рост смещения на сетках последних увели-

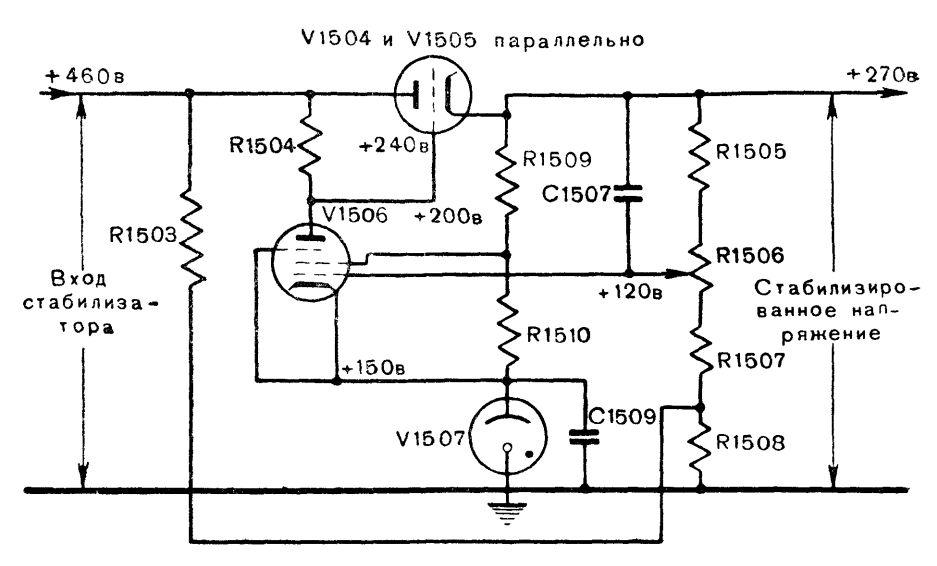


Рис. 137. Упрощенная схема стабилизатора напряжения

чивает сопротивление, вносимое лампами в цепь выпрямленного напряжения, в результате чего возросшее на выходе напряжение понизится. Путем аналогичных рассуждений можно показать стабилизирующее действие схемы и при уменьшении выходного напряжения. Вследствие большого коэфициента усиления лампы V1506 выходное напряжение стабилизатора практически изменяться не будет как при изменениях нагрузки, так и при колебаниях напряжения источника питания. Сопротивление R1503, включенное между выходом фильтра выпрямителя и делителем напряжения, улучшает стабилизирующее действие схемы при изменениях входного напряжения стабилизатора, так как уменьшение напряжения на выходе фильтра выпрямителя изменяет напряжение на сетке регулирующей лампы V1506 благодаря падению напряжения на сопротивлении R1508. Конденсатор C1507, включенный между управляющей сеткой лампы V1506 и выходом стабилизатора, повышает эффективность стабилизирующего действия схемы при быстрых колебаниях нагрузки или питающего стабилизатор напряжения. Повышение эффективности стабилизации объясняется тем, что благодаря наличию конденсатора C1507 на сетку регулирующей лампы V1506 поступает все выходное напряжение, а не ⅓ его, как это бывает при медленных изменениях

напряжения. Регулировка выходного напряжения стабилизатора производится при помощи потенциометра R1506, ручка регулировки которого выведена около шасси блока питания и имеет надпись «VOLT. REG. ADJ.».

Так как коэфициент усиления лампы V1506 очень велик, то даже при небольших изменениях положения ползунка потенциометра R1506 выходное напряжение изменяется в значительной степени, что необходимо иметь в виду при его регулировке.

Схема блокировки

Схема блокировки обеспечивает выключение питания повышающих трансформаторов всех трех выпрямителей в случае, если:

вынута лампа V1507 (VR105-30);

снят кожух с трубки кругового обзора;

отключен кабель к сельсину;

отключен кабель питания блока трубки кругового обзора.

Блок питания выключается при помощи тумблера S1501, расположенного на передней панели блока.